放射性廃棄物処分関連分野（複数課題プログラム）
技術評価報告書（中間評価）

令和２年３月

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ

はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成２８年１２月２１日、内閣総理大臣決定）等に沿った適切な評価を実施すべく「経済産業省技術評価指針」（平成２９年５月改正）を定め、これに基づいて研究開発の評価を実施している。

経済産業省において実施している「放射性廃棄物処分関連分野（複数課題プログラム）」は、放射性廃棄物の着実な処分の実施、処分候補地選定の推進や安全性の向上を通じた国民の地層処分に対する納得感や安心感の向上・醸成を目的として、以下の研究開発課題（プロジェクト）から構成され、処分事業の推進に必要な基盤技術（調査技術や評価技術）の整備及び高度化を実施している。

複数課題プログラムを構成する研究開発課題（プロジェクト）

Ａ．高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発（平成１０年度から令和４年度（予定））

Ｂ．低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発（昭和６２年度から令和６年度（予定））

Ｃ．放射性廃棄物共通技術調査（平成１２年度から平成２９年度）

今回の評価は、上記の放射性廃棄物処分関連分野（複数課題プログラム）及びこの構成要素である研究開発課題（プロジェクト）に関する評価であり、実際の評価に際しては、省外の有識者からなる放射性廃棄物処分関連分野（複数課題プログラム）中間評価検討会（座長：小島圭二　東京大学名誉教授）を開催した。

今般、当該検討会における検討結果が技術評価報告書の原案として産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ（座長：森　俊介　国立研究開発法人科学技術振興機構低炭素社会戦略センター　研究統括）に付議され、内容を審議し、了承された。

本書は、これらの評価結果を取りまとめたものである。

令和２年３月

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・イノベーション小委員会　評価ワーキンググループ

委員名簿

座長	森　俊介	国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター　研究統括
	亀井　信一	株式会社三菱総合研究所研究理事
	斉藤　栄子	With 未来考研究所代表
	鈴木　潤	政策研究大学院大学教授
	高橋　真木子	金沢工業大学大学院イノベーションマネジメント研究科教授
	西尾　好司	文教大学情報学部情報社会学科准教授
	浜田　恵美子	日本ガイシ株式会社取締役

（敬称略、座長除き五十音順）

放射性廃棄物処分関連分野（複数課題プログラム）

中間評価検討会

委員名簿

座長	小島　圭二	東京大学　名誉教授　地圏空間研究所　代表
	梅木　博之	原子力発電環境整備機構　理事
	小崎　　完	北海道大学　工学研究院　副学院長 エネルギー環境システム部門　教授
	進士　正人	山口大学大学院　創成科学研究科　教授
	福井　勝則	東京大学大学院　工学系研究科 システム創成学専攻　教授

（敬称略、座長除き五十音順）

放射性廃棄物処分関連分野（複数課題プログラム）の

技術評価に係る省内関係者

１．複数課題プログラム

【中間評価時】

（令和元年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物対策課長　那須　良（事業担当課長）

産業技術環境局　研究開発課　技術評価室長　　大本　治康

（平成２８年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物対策技術室長　　宮本　岩男（事業担当室長）

産業技術環境局　研究開発課　技術評価室長　　竹上　嗣郎

（平成２５年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　伊藤　正雄（事業担当室長）

産業技術環境局　産業技術政策課　技術評価室長　　飯村　亜紀子

（平成２２年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　苗村　公嗣（事業担当室長）

産業技術環境局　産業技術政策課　技術評価室長　　秦　茂則

（平成２０年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　渡邊　厚夫（事業担当室長）

産業技術環境局　産業技術政策課　技術評価室長　　長濱　裕二

（平成１９年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　渡邊　厚夫（事業担当室長）

産業技術環境局　技術評価調査課長　　本橋　克広

（平成１８年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　吉野　恭司（事業担当室長）

産業技術環境局　技術評価調査課長　　柴尾　浩朗

（平成１７年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　吉野　恭司（事業担当室長）

産業技術環境局　技術評価調査課長　　柴尾　浩朗

（平成１６年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物対策室長　　山近　英彦（事業担当室長）

産業技術環境局　技術評価調査課長　　陣山　繁紀

（平成１５年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物対策室長　　山近　英彦（事業担当室長）

産業技術環境局　技術評価調査課長　　杉山　茂

２．研究開発課題（プロジェクト）

Ａ．高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発（プロジェクト）

【中間評価時】

（令和元年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物対策課長　那須　良（事業担当課長）

産業技術環境局　研究開発課　技術評価室長　　大本　治康

（平成２８年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物対策技術室長　　宮本　岩男（事業担当室長）

産業技術環境局　研究開発課　技術評価室長　　竹上　嗣郎

（平成２５年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　伊藤　正雄（事業担当室長）

産業技術環境局　産業技術政策課　技術評価室長　　飯村　亜紀子

（平成２２年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　苗村　公嗣（事業担当室長）

産業技術環境局　産業技術政策課　技術評価室長　　秦　茂則

（平成１８年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　吉野　恭司（事業担当室長）

産業技術環境局　技術評価調査課長　　柴尾　浩朗

（平成１５年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物対策室長　　山近　英彦（事業担当室長）

産業技術環境局　技術評価調査課長　　杉山　茂

Ｂ．低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発（プロジェクト）

【中間評価時】

（令和元年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物対策課長　那須　良（事業担当課長）

産業技術環境局　研究開発課　技術評価室長　　大本　治康

（平成２８年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物対策技術室長　　宮本　岩男（事業担当室長）

産業技術環境局　研究開発課　技術評価室長　　竹上　嗣郎

（平成２５年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　伊藤　正雄（事業担当室長）

産業技術環境局　産業技術政策課　技術評価室長　　飯村　亜紀子

（平成２２年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　苗村　公嗣（事業担当室長）

産業技術環境局　産業技術政策課　技術評価室長　　秦　茂則

（平成２０年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　渡邊　厚夫（事業担当室長）

産業技術環境局　産業技術政策課　技術評価室長　　長濱　裕二

（平成１７年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　吉野　恭司（事業担当室長）

産業技術環境局　技術評価調査課長　　柴尾　浩朗

Ｃ．放射性廃棄物共通技術調査（プロジェクト）

【終了時評価時】

（令和元年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物対策課長　那須　良（事業担当課長）

産業技術環境局　研究開発課　技術評価室長　　大本　治康

【中間評価時】

（平成２８年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物対策技術室長　　宮本　岩男（事業担当室長）

産業技術環境局　研究開発課　技術評価室長　　竹上　嗣郎

（平成２５年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　伊藤　正雄（事業担当室長）

産業技術環境局　産業技術政策課　技術評価室長　　飯村　亜紀子

（平成２２年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　苗村　公嗣（事業担当室長）

産業技術環境局　産業技術政策課　技術評価室長　　秦　茂則

（平成１９年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物等対策室長　　渡邊　厚夫（事業担当室長）

産業技術環境局　技術評価調査課長　　本橋　克広

（平成１６年度）

資源エネルギー庁　放射性廃棄物対策室長　　山近　英彦（事業担当室長）

産業技術環境局　技術評価調査課長　　陣山　繁紀

放射性廃棄物処分関連分野（複数課題プログラム）
中間評価の審議経過

◆「放射性廃棄物処分関連分野（複数課題プログラム）」中間評価検討会

第１回評価検討会（令和元年１１月７日）

・研究開発評価に係る委員会等の公開について

・評価の方法等について

・複数課題プログラム・構成するプロジェクトの概要について

・今後の評価の進め方について

第２回評価検討会（令和元年１２月１３日～１２月２０日：書面審議）

・第１回評価検討会議事録の確認について

・技術評価報告書（中間評価）（案）について

◆産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ（令和２年２月１９日）

・技術評価報告書（中間評価）について

目　　次

はじめに
産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ
委員名簿
放射性廃棄物処分関連分野（複数課題プログラム）中間評価検討会　委員名簿
放射性廃棄物処分関連分野（複数課題プログラム）の技術評価に係る省内関係者
放射性廃棄物処分関連分野（複数課題プログラム）中間評価の審議経過
目次

ページ
第１章　複数課題プログラムの概要及び評価 …… 1
　Ⅰ．複数課題プログラムの概要 …… 1
　　１．事業アウトカム …… 3
　　２．複数課題プログラムの内容及び事業アウトプット …… 5
　　３．当省（国）が実施することの必要性 …… 7
　　４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ …… 8
　　５．複数課題プログラムの実施・マネジメント体制等 …… 10
　　６．費用対効果 …… 11
　Ⅱ．外部有識者（評価検討会等）の複数課題プログラム全体評価 …… 13
　　１．事業アウトカムの妥当性 …… 13
　　２．複数課題プログラムの内容及び事業アウトプットの妥当性 …… 14
　　３．当省（国）が実施することの必要性 …… 15
　　４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性 …… 16
　　５．複数課題プログラムの実施・マネジメント体制等の妥当性 …… 17
　　６．費用対効果の妥当性 …… 18
　　７．総合評価 …… 19
第２章　複数課題プログラムを構成する研究開発課題（プロジェクト）の概要及び評価 …… 21
Ａ．高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発 …… 21
　Ⅰ．研究開発課題（プロジェクト）概要 …… 21
　　①　個別技術開発：岩盤中地下水移行評価確証技術開発 …… 22
　　　１．事業アウトカム …… 22
　　　２．研究開発内容及び事業アウトプット …… 22
　　　３．当省（国）が実施することの必要性 …… 24
　　　４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ …… 24
　　　５．研究開発の実施・マネジメント体制等 …… 25
　　　６．費用対効果 …… 25
　　②　個別技術開発：岩盤中地下水流動評価技術高度化開発 …… 25
　　　１．事業アウトカム …… 25
　　　２．研究開発内容及び事業アウトプット …… 26
　　　３．当省（国）が実施することの必要性 …… 27
　　　４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ …… 28
　　　５．研究開発の実施・マネジメント体制等 …… 28
　　　６．費用対効果 …… 28
　　③　個別技術開発：地質環境長期安定性評価確証技術開発 …… 29
　　　１．事業アウトカム …… 29
　　　２．研究開発内容及び事業アウトプット …… 29
　　　３．当省（国）が実施することの必要性 …… 31
　　　４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ …… 31
　　　５．研究開発の実施・マネジメント体制等 …… 32
　　　６．費用対効果 …… 32
　　④　個別技術開発：地質環境長期安定性評価技術高度化開発 …… 32

１．事業アウトカム ····· 32
２．研究開発内容及び事業アウトプット ····· 33
３．当省（国）が実施することの必要性 ····· 34
４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ ····· 35
５．研究開発の実施・マネジメント体制等 ····· 35
６．費用対効果 ····· 35
⑤　個別技術開発：処分システム評価確証技術開発 ····· 36
１．事業アウトカム ····· 36
２．研究開発内容及び事業アウトプット ····· 36
３．当省（国）が実施することの必要性 ····· 38
４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ ····· 38
５．研究開発の実施・マネジメント体制等 ····· 39
６．費用対効果 ····· 39
⑥　個別技術開発：ニアフィールドシステム評価確証技術開発 ····· 39
１．事業アウトカム ····· 39
２．研究開発内容及び事業アウトプット ····· 40
３．当省（国）が実施することの必要性 ····· 41
４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ ····· 42
５．研究開発の実施・マネジメント体制等 ····· 42
６．費用対効果 ····· 42
⑦　個別技術開発：処分システム工学確証技術開発 ····· 43
１．事業アウトカム ····· 43
２．研究開発内容及び事業アウトプット ····· 43
３．当省（国）が実施することの必要性 ····· 45
４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ ····· 46
５．研究開発の実施・マネジメント体制等 ····· 46
６．費用対効果 ····· 46
⑧　個別技術開発：地層処分施設閉鎖技術確証試験 ····· 47
１．事業アウトカム ····· 47
２．研究開発内容及び事業アウトプット ····· 47
３．当省（国）が実施することの必要性 ····· 49
４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ ····· 49
５．研究開発の実施・マネジメント体制等 ····· 49
６．費用対効果 ····· 49
⑨　個別技術開発：沿岸部処分システム高度化開発 ····· 50
１．事業アウトカム ····· 50
２．研究開発内容及び事業アウトプット ····· 50
３．当省（国）が実施することの必要性 ····· 52
４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ ····· 52
５．研究開発の実施・マネジメント体制等 ····· 53
６．費用対効果 ····· 53
⑩　個別技術開発：ＴＲＵ廃棄物処理・処分技術高度化開発 ····· 53
１．事業アウトカム ····· 53
２．研究開発内容及び事業アウトプット ····· 54
３．当省（国）が実施することの必要性 ····· 55
４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ ····· 56
５．研究開発の実施・マネジメント体制等 ····· 56
６．費用対効果 ····· 56
⑪　個別技術開発：ＴＲＵ廃棄物処理・処分に関する技術開発 ····· 57
１．事業アウトカム ····· 57
２．研究開発内容及び事業アウトプット ····· 57
３．当省（国）が実施することの必要性 ····· 58

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ ･････････････････････ 59
５．研究開発の実施・マネジメント体制等 ･････････････････････････ 59
６．費用対効果 ･･･ 59
⑫　個別技術開発：可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発 ･････････････ 60
１．事業アウトカム ･･･ 60
２．研究開発内容及び事業アウトプット ･････････････････････････ 60
３．当省（国）が実施することの必要性 ･････････････････････････ 62
４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ ･････････････････････ 62
５．研究開発の実施・マネジメント体制等 ･････････････････････････ 63
６．費用対効果 ･･･ 63
⑬　個別技術開発：直接処分等代替処分技術開発 ･････････････････････ 63
１．事業アウトカム ･･･ 63
２．研究開発内容及び事業アウトプット ･････････････････････････ 64
３．当省（国）が実施することの必要性 ･････････････････････････ 65
４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ ･････････････････････ 66
５．研究開発の実施・マネジメント体制等 ･････････････････････････ 66
６．費用対効果 ･･･ 66
⑭　個別技術開発：直接処分等代替処分技術高度化開発 ･････････････････ 67
１．事業アウトカム ･･･ 67
２．研究開発内容及び事業アウトプット ･････････････････････････ 67
３．当省（国）が実施することの必要性 ･････････････････････････ 69
４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ ･････････････････････ 69
５．研究開発の実施・マネジメント体制等 ･････････････････････････ 70
６．費用対効果 ･･･ 70
Ⅱ．外部有識者（評価検討会等）の評価 ･････････････････････････ 71
１．総合評価 ･･･ 71
Ⅲ．評点法による評点結果 ･････････････････････････････････････ 73
Ｂ．低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発 ･････････････････････ 74
Ⅰ．研究開発課題（プロジェクト）概要 ･････････････････････････ 74
①　個別技術開発：地下空洞型処分施設機能確認試験 ･････････････････ 75
１．事業アウトカム ･･･ 75
２．研究開発内容及び事業アウトプット ･････････････････････････ 75
３．当省（国）が実施することの必要性 ･････････････････････････ 77
４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ ･････････････････････ 78
５．研究開発の実施・マネジメント体制等 ･････････････････････････ 78
６．費用対効果 ･･･ 78
②　個別技術開発：原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発 ･････････････ 79
１．事業アウトカム ･･･ 79
２．研究開発内容及び事業アウトプット ･････････････････････････ 79
３．当省（国）が実施することの必要性 ･････････････････････････ 81
４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ ･････････････････････ 81
５．研究開発の実施・マネジメント体制等 ･････････････････････････ 82
６．費用対効果 ･･･ 82
Ⅱ．外部有識者（評価検討会等）の評価 ･････････････････････････ 83
１．総合評価 ･･･ 83
Ⅲ．評点法による評点結果 ･････････････････････････････････････ 85
Ｃ．放射性廃棄物共通技術調査 ･････････････････････････････････ 86
Ⅰ．研究開発課題（プロジェクト）概要 ･････････････････････････ 86
①　個別技術開発：放射性核種生物圏移行評価高度化開発 ･･･････････････ 87
１．事業アウトカム ･･･ 87
２．研究開発内容及び事業アウトプット ･････････････････････････ 87
３．当省（国）が実施することの必要性 ･････････････････････････ 89

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ ····· 90
５．研究開発の実施・マネジメント体制等 ····· 90
６．費用対効果 ····· 90
Ⅱ．外部有識者（評価検討会等）の評価 ····· 91
１．総合評価 ····· 91
Ⅲ．評点法による評点結果 ····· 92
第３章　今後の研究開発の方向等に関する提言 ····· 93
Ⅰ．複数課題プログラム ····· 93
II．高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発 ····· 94
III．低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発 ····· 95
IV．放射性廃棄物共通技術調査 ····· 97
第４章　産業構造審議会評価ワーキンググループの所見及び同所見を踏まえた改善点等 ····· 99
Ⅰ．複数課題プログラム ····· 99
II．高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発 ····· 100
III．低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発 ····· 101
IV．放射性廃棄物共通技術調査 ····· 102

第１章　複数課題プログラムの概要及び評価

Ⅰ．複数課題プログラムの概要

複数課題プログラム名	放射性廃棄物処分関連分野複数課題プログラム
上位施策名	科学技術・イノベーション
担当課室	資源エネルギー庁　電力・ガス事業部　放射性廃棄物対策課

複数課題プログラムの目的・概要

＜複数課題プログラム全体＞

放射性廃棄物の着実な処分の実施、処分候補地選定の推進や安全性の向上を通じた国民の地層処分に対する納得感や安心感の向上・醸成を目的として、処分事業の推進に必要な基盤技術（調査技術や評価技術）の整備及び高度化を実施する。これらを通じて、放射性廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進と着実な処分の実施を推進する。

＜Ａ．高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発＞

高レベル放射性廃棄物等の地層処分は、将来世代へ負担を先送りしないためにも、着実に実施する必要がある。処分事業の操業開始までの長期的な展開を視野に入れ、具体的な地点を対象とした調査評価のための基盤となる技術を先行的に整備し、処分事業等の円滑化を図る。また、将来世代が最良の処分方法を選択できるよう、代替オプションに関する技術開発を並行して進める。具体的には、地質調査技術、地下水移行評価、操業技術等の工学技術及び安全評価技術の信頼性向上を図るとともに、海域における地質環境調査技術や、巨大地震等の天然現象による地層処分システムへの影響評価、操業期間中の安全対策に係る技術開発を行う。また、長半減期低発熱放射性廃棄物（ＴＲＵ廃棄物）の処理・処分技術の高度化開発等を行う。これらの技術開発と並行して、最終処分について幅広い選択肢を確保する観点から、廃棄体の回収技術や代替処分オプションに関する技術開発を行う。これらを通じて、高レベル放射性廃棄物やＴＲＵ廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進と着実な処分事業の円滑化を図る。

＜Ｂ．低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発＞

原子力発電に伴って発生する低レベル放射性廃棄物のうち、放射能レベルが比較的高い廃棄物を対象とする中深度処分（地下 70m 以深）に関し、地下空洞型処分施設の閉鎖後の人工バリアの長期健全性を確認するためのモニタリング技術を開発するとともに、放射能濃度が極めて低く放射性廃棄物として扱う必要がないクリアランスレベル金属に関し、中深度処分で使用する廃棄物容器として再利用する技術を開発し、中深度処分の円滑化を図る。具体的には、実際の地下環境下において構築された中深度処分を想定した実物大の地下空洞を活用し、中深度処分施設の閉鎖後の長期的な管理に資するため、人工バリアや周辺岩盤の長期にわたる機能確認方法の確立を行うとともに、原子力発電所などの解体から生じるクリアランスレベル以下の金属廃棄物を、中深度処分を想定した放射線遮蔽能力・耐久性を有する廃棄物容器に有効利用するための技術開発等を行う。これらを通じて、中深度処分等に関する国民理解の獲得・促進と

着実な処分の実施を推進する。

＜C．放射性廃棄物共通技術調査＞

放射性廃棄物の着実な処分の実施、処分候補地選定の推進や安全性の向上を通じた国民の地層処分に対する納得感や安心感の醸成を目的として、処分事業の推進に必要な基盤技術（調査技術や評価技術）の整備及び高度化を実施する。これらを通じて、放射性廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進と着実な処分の実施を推進する。

放射性廃棄物処分については長期的事業展開等を視野に入れた継続的取組が不可欠である。そのため、処分事業等の基盤となる共通的な技術を先行的に整備する必要がある。具体的には、日本固有の特徴を考慮し、農作物や土壌等に対する放射性核種の生物圏移行評価手法の高度化を図る。これらを通じて、放射性廃棄物の安全評価技術に関する国民理解の獲得・促進と着実な処分の実施を推進する。

＜複数課題プログラム全体＞の予算額等（委託）　（単位：百万円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期	事業実施主体
昭和６２年度	令和６年度（予定）	平成２８年度	令和７年度（予定）	JAEA、AIST、CRIEPI、RWMC 等
H28FY 執行額	H29FY 執行額	H30FY 執行額	総執行額	総予算額
３，３７４	４，５７７	３，９３０	１１，８８１	１３，０９８

＜A．高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発＞の予算額等（委託）（単位：百万円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期	事業実施主体
平成１０年度	令和４年度（予定）	平成２８年度	令和５年度（予定）	JAEA、AIST、CRIEPI、RWMC
H28FY 執行額	H29FY 執行額	H30FY 執行額	総執行額	総予算額
２，８７８	４，１０４	３，５４３	１０，５２０	１１，６８０

＜B．低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発＞の予算額等（委託）　（単位：百万円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期	事業実施主体
昭和６２年度	令和６年度（予定）	平成２８年度	令和７年度（予定）	RWMC、神戸製鋼所、日本製鋼所
H28FY 執行額	H29FY 執行額	H30FY 執行額	総執行額	総予算額
２１９	２０９	１６７	５９５	６２０

＜C．放射性廃棄物共通技術調査＞の予算額等（委託）　（単位：百万円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期	事業実施主体
平成１２年度	平成２９年度	平成２８年度	令和元年度	量子科学技術研究開発機構
H28FY 執行額	H29FY 執行額	H30FY 執行額	総執行額	総予算額
８９	７５	―	１６４	１７２

１．事業アウトカム

＜複数課題プログラム全体＞

各研究開発課題のアウトカム（図１．Ⅰ－ １～図１．Ⅰ－ ３）を統合し、放射性廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進と着実に処分事業を推進する。

個別要素技術	アウトカム
① 岩盤中地下水移行評価確証技術開発	コントロールボーリング調査技術及び割れ目の多い岩盤にも適用可能なトレーサー試験技術を開発し、岩盤中の地下水移行の状況を提示可能にすることで、地層処分の技術的信頼性の向上及び国民の地層処分に対する納得感や安心感の醸成に資する。
② 岩盤中地下水流動評価技術高度化開発	地質環境中の地下水の流れについて、複数の指標（原位置のモデル・解析や地下水年代など）で整合的に評価可能な手法を提示することで、地層処分の技術的信頼性の向上及び国民の地層処分に対する納得感や安心感の醸成に資する。
③ 地質環境長期安定性評価確証技術開発	将来の自然現象に伴う地質環境の変動スケールを把握する技術等を開発することにより、地層処分の技術的信頼性の向上及び国民の地層処分に対する納得感や安心感の醸成に資する。
④ 地質環境長期安定性評価技術高度化開発	火山や地震・断層活動などの天然現象に起因する地下環境の閉じ込め機能に対する懸念を解消するため、現在から将来に至る地下環境の長期安定性を予測する技術等を開発することにより、地層処分の技術的信頼性の向上及び国民の地層処分に対する納得感や安心感の醸成に資する。
⑤ 処分システム評価確証技術開発	地層処分事業における処分場設計や性能評価技術に科学的技術基盤を与え、安全性と説明性を強固にするとともに、安全規制策定に対しても科学技術的基盤を提供することで、地層処分技術の社会的受容性及び信頼性向上に貢献する。
⑥ ニアフィールドシステム評価確証技術開発	地下研究施設等を利用した試験を通じて人工バリア及びその周辺岩盤の領域（ニアフィールド）で生じる複雑な現象を考慮できる評価モデルの構築やその確証に必要なデータの取得等を行い、地層処分技術の社会的受容性及び信頼性向上に貢献する。
⑦ 処分システム工学確証技術開発	適切なモニタリング方策の提示や自然災害対策の提示により、技術的信頼性の向上、処分施設の安全性や操業期間中の一般労働安全や放射性安全に対する説明性の向上等に資する。
⑧ 地層処分施設閉鎖技術確証試験	深地層の研究施設を活用し、坑道閉鎖時に坑道が核種の移行経路とならない埋め戻し方法の開発並びにその確証を得ることで、地層処分技術の社会的受容性及び信頼性向上に貢献する。
⑨ 沿岸部処分システム高度化開発	沿岸部の特性に関連する課題の解決に向けた取組を着実に進め、処分地選定時の国民の納得感や安心感、技術に対する信頼感の醸成に資する。
⑩ ＴＲＵ廃棄物処理・処分技術高度化開発	ＴＲＵ廃棄物の処理・処分技術に係る課題を解決することにより、安全評価の信頼性を向上させ、処分事業への国民の信頼感の醸成に資する。
⑪ ＴＲＵ廃棄物処理・処分に関する技術開発	ＴＲＵ廃棄物における処分容器の耐久性評価手法、地下水に溶けやすく動きやすい核種を閉じ込める設計手法の高度化、廃棄物中の有機物の分解や金属の腐食などにより発生するガス影響評価手法等の開発を通じて、ＴＲＵ廃棄物の処分の安全性に対する懸念を解消し、地層処分の技術的信頼性の向上及び国民の信頼感の醸成に資する。
⑫ 可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発	定置した廃棄体の回収技術の実現性や信頼性を示し、国民の地層処分事業に対する信頼感の醸成に資する。
⑬ 直接処分等代替処分技術開発	我が国における使用済燃料の直接処分を含む代替処分オプションの実現可能性を検討可能とすることにより、原子力利用における柔軟性を確保し、今後のバックエンド対策の着実な推進と処分事業への国民の納得感や安心感の醸成に資する。
⑭ 直接処分等代替処分技術高度化開発	使用済核燃料の直接処分における特有の現象に着目したデータ取得や影響評価手法の高度化、超深孔処分の日本への適用性を評価する手法の開発等を実施することで、今後のバックエンド対策の着実な推進と処分事業への国民の納得感や安心感の醸成に資する。

図１．Ⅰ－ １ 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発に係るアウトカム一覧

個別要素技術	アウトカム
① 地下空洞型処分施設機能確認試験	中深度処分施設の技術的信頼性の向上に資する。また、施設の閉鎖後の長期的な管理に資する技術を提示し、廃棄物処分に対する国民の納得感や安心感の醸成に資する。
② 原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発	クリアランス金属廃棄物の再利用の実現可能性を示すことで、今後の原子力発電所の円滑な廃止措置及び金属資源の有効利用に資するとともに、クリアランス金属廃棄物の一般市場への流通に関する技術的信頼性の向上及び国民の納得感や安心感の醸成に資する。

図１．Ⅰ－ ２ 低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発に係るアウトカム一覧

個別要素技術	アウトカム
① 放射性核種生物圏移行評価高度化開発	生物圏における核種移行に関するデータの拡充と、それに伴う人間への影響評価の精緻化により、放射性廃棄物処分技術の信頼性向上に資するとともに、安全評価結果に対する国民の信頼感の醸成に資する。

図１．Ⅰ－３ 放射性廃棄物共通技術調査等事業に係るアウトカム一覧

＜各研究課題のアウトカム指標と指標の目標値＞

Ａ：高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発

事業アウトカム指標		
各種技術開発は、開発過程において種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで信頼性のある技術が開発され、これが地層処分に対する納得感や安心感の醸成に資すると考えられる。そこで、各種技術開発を実施する上で必要な検討項目数を指標と設定する。		
指標目標値		
事業開始時（平成１０年度）	計画：各種技術開発に向けた既存情報を収集・整理し、具体的な技術開発計画を構築する。	実績：各技術開発計画を確立し、随時見直しを実施している。
中間評価時（平成２８年度）	計画：必要なデータの拡充や試行的に実証試験等を実施する。	実績：着実に必要なデータ拡充や実証試験を実施した。
中間評価時（令和元年度）	計画：必要なデータの拡充や試行的に実証試験等を実施する。	実績：着実に必要なデータ拡充や実証試験を実施した。
終了時評価時（令和５年度予定）	計画：各種技術を整理する。	実績：一部については必要な技術開発等が完了し実用化された。
目標最終年度（令和５年度予定）	計画：開発された技術の実施主体への提供並びに理解促進活動を継続的に実施し、高レベル放射性廃棄物やＴＲＵ廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進と処分事業の円滑化を図る。	

Ｂ：低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発

事業アウトカム指標		
各種技術開発は、開発過程において種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで信頼性のある技術が開発され、これが地層処分に対する納得感や安心感の醸成に資すると考えられる。そこで、各種技術開発を実施する上で必要な検討項目数を指標と設定する。		
指標目標値		
事業開始時（昭和６２年度）	計画：各種技術開発に向けた既存情報を収集・整理し、具体的な技術開発計画を構築する。	実績：各技術開発計画を確立し、随時見直しを実施している。
中間評価時（平成２８年度）	計画：必要なデータの拡充や試行的に実証試験等を実施する。	実績：着実に必要なデータ拡充や実証試験を実施した。
中間評価時（令和元年度）	計画：必要なデータの拡充や試行的に実証試験等を実施する。	実績：着実に必要なデータ拡充や実証試験を実施した。
終了時評価時（令和７年度予定）	計画：各種技術を整理する。	実績：一部については必要な実証試験等が完了し技術として整理された。
目標最終年度（令和７年度予定）	計画：開発された技術の実施主体への提供並びに理解促進活動を継続的に実施し、中深度処分に関する国民理解の獲得・促進と処分事業の円滑化を図る。	

Ｃ：放射性廃棄物共通技術調査等事業

事業アウトカム指標		
着実に各検討項目を実施することで、信頼性のあるデータの拡充・評価方法の精緻化が進められ、これが放射性廃棄物処分の安全評価に対する納得感や安心感の醸成に資すると考えられる。そこで、生物圏における核種移行に関するデータの拡充と、それに伴う人間への影響評価を精緻化する上で必要な検討項目数を指標と設定する。		
指標目標値		
事業開始時（平成１２年度）	計画：データ拡充に向けた既存情報を収集・整理し、具体的な計画を構築する。	実績：データ拡充に向けた計画を確立し、随時更新している。
中間評価時（平成２８年度）	計画：必要なデータの拡充や試行的な試験等を実施する。	実績：着実に必要なデータ拡充や試験を実施した。
終了時評価時（令和元年度）	計画：データベースの整備並びに必要な技術を整理する。	実績：データ取得に必要な技術を開発し、データベースを構築するとともに国際機関にも提示した。
目標最終年度（令和元年度）	計画：整備したデータベースの公開や実施主体への提供を通じ、放射性廃棄物の処分に関する安全評価への国民理解の獲得・促進と処分事業の円滑化を図る。	

２．複数課題プログラムの内容及び事業アウトプット

（１）複数課題プログラムの内容

本プログラムでは、地層処分研究開発調整会議で調整された結果を受けて、アウトカムである放射性廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進と着実な処分事業の推進の達成に向けた技術開発を実施している。具体的には、処分技術の安全性の向上等に資する調査技術、評価技術や新規材料の開発に加えて、信頼性向上に資するデータベースの構築などを各研究開発課題の個別要素技術のアウトプットと設定し研究開発を進めている（図１．Ⅰ－ ４～図１．Ⅰ－ ７）。

個別要素技術	アウトプット
① 岩盤中地下水移行評価確証技術開発	○堆積軟岩を対象とした深層コントロールボーリング調査技術 ○地下岩盤中の物質移行特性を評価するための技術
② 岩盤中地下水流動評価技術高度化開発	○内陸部の広域的な地下水流動を評価する技術 ○内陸部の長期的に安定な水理場の広がりなどを評価する技術 ○割れ目（帯）中の物質移動の特性を評価する技術
③ 地質環境長期安定性評価確証技術開発	○地質環境の長期変遷評価モデルの構築手法 ○地質環境に関する長期変遷モデルの作成・改良・検証に必要なデータを取得するための要素技術
④ 地質環境長期安定性評価技術高度化開発	○超長期における火山・火成活動や深部流体を評価する技術 ○地震・断層活動を評価する技術 ○隆起・侵食量を詳細に見積もる技術
⑤ 処分システム評価確証技術開発	○核種移行を評価するための先端的技術 ○過酷事象の地層処分システムへの影響に関する評価確証技術
⑥ ニアフィールドシステム評価確証技術開発	○ニアフィールドの状態変化を評価する技術 ○ニアフィールドの個別要素（例えば緩衝材など）の状態変化を考慮した核種移行評価技術
⑦ 処分システム工学確証技術開発	○オーバーパック・人工バリアの品質/健全性及び周辺岩盤の長期挙動の評価手法 ○無線等を活用したモニタリング関連技術 ○自然災害に起因する火災に対する操業期間中の安全確保対策に関する基盤技術
⑧ 地層処分施設閉鎖技術確証試験	○坑道閉鎖に係る品質保証方法の概念 ○坑道埋め戻し後の性能確認技術 ○坑道埋め戻し技術

図１．Ⅰ－ ４ 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発に係るアウトプット一覧（１/２）

個別要素技術	アウトプット
⑨ 沿岸部処分システム高度化開発	○沿岸部に特化した地質環境の現地調査技術や沿岸部に係る地質環境データベース ○沿岸部で想定される環境に適用可能な工学技術 ○沿岸部における高度化された安全評価技術
⑩ ＴＲＵ廃棄物処理・処分技術高度化開発	○ヨウ素１２９対策技術 ○炭素１４の長期放出挙動の評価技術 ○人工バリア材料長期挙動評価手法
⑪ ＴＲＵ廃棄物処理・処分に関する技術開発	○核種の閉じ込め機能が向上された廃棄体パッケージの製作手法 ○閉鎖前の安全性評価技術 ○廃棄体由来のガスを含めた処分場の状態設定のための移行評価技術
⑫ 可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発	○地上での廃棄体の回収技術と緩衝材除去技術 ○地下環境で実証された廃棄体を搬送・定置・回収する技術
⑬ 直接処分等代替処分技術開発	○直接処分システムの閉じ込め性能を向上させる先進的な材料 ○閉じ込め性能評価手法 ○直接処分施設の設計手法 ○その他の代替処分オプションに関する最新の調査結果
⑭ 直接処分等代替処分技術高度化開発	○処分容器・使用済燃料・緩衝材の長期的な挙動評価技術 ○直接処分システムの成立性評価技術 ○その他の代替処分オプションに関する最新の調査結果

図１．Ⅰ－５ 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発に係るアウトプット一覧（２/２）

個別要素技術	アウトプット
① 地下空洞型処分施設機能確認試験	○上部緩衝材及び上部埋め戻し材が初期性能を満たすことの確認手法 ○施設・周辺岩盤の挙動の計測及び地震時の力学挙動データ ○機能確認技術
② 原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発	○クリアランス金属廃棄物の再利用プロセスとその評価手法

図１．Ⅰ－６ 低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発に係るアウトプット一覧

個別要素技術	アウトプット
① 放射性核種生物圏移行評価高度化開発	○気候変動を考慮した環境移行パラメータデータベース ○放射性炭素の環境移行パラメータに対する微生物活動の影響度 ○重要核種（Ｐｕ、Ａｍ、Ｔｈ及びＣｌ等）の超高精度分析による環境移行パラメータ

図１．Ⅰ－７ 放射性廃棄物共通技術調査等事業に係るアウトプット一覧

（２）各研究課題のアウトプット指標と目標値

Ａ．高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発

事業アウトプット指標		
指標：事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 理由：技術の開発を実施する上では、その過程で種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこで、進捗確認の観点から外部発表件数を指標とした。		
指標目標値（計画及び実績）		
事業開始時（平成１０年度）	計画：事業終了時までに複数件の外部発表を実施する。	実績：―
中間評価時（平成２８年度）		実績：進捗に応じて着実に外部発表を実施している。
中間評価時（令和元年度）		
終了時評価時（令和５年度予定）		実績：―

共通指標実績

論文数	特許等件数（出願を含む）	プロトタイプの作成
６３	6	2

Ｂ．低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発

事業アウトプット指標		
指標：事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 理由：技術の開発を実施する上では、その過程で種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこで、進捗確認の観点から外部発表件数を指標とした。		
指標目標値（計画及び実績）		
事業開始時（昭和６２年度）	計画：事業終了時までに複数件の外部発表を実施する。	実績：―
中間評価時（平成２８年度）		実績：進捗に応じて着実に外部発表を実施している。
中間評価時（令和元年度）		
終了時評価時（令和７年度予定）		実績：―

共通指標実績

論文数	特許等件数（出願を含む）
0	1

Ｃ．放射性廃棄物共通技術調査等事業

事業アウトプット指標		
指標：事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 理由：技術の開発を実施する上では、その過程で種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこで、進捗確認の観点から外部発表件数を指標とした。		
指標目標値（計画及び実績）		
事業開始時（平成１２年度）	計画：事業終了時までに複数件の外部発表を実施する。	実績：―
中間評価時（平成２８年度）		実績：進捗に応じて着実に外部発表を実施している。
終了時評価時（令和元年度）		実績：着実に外部発表を実施している。

共通指標実績

論文数	論文の被引用度数	国際標準への寄与
２６	１２９	1

３．当省（国）が実施することの必要性

原子力発電に伴い必然的に発生する放射性廃棄物の処分は、公益性が極めて高く、国民全体の利益から見ても重要な課題である。地層処分や中深度処分で求められる長期的な安全確保や処分事業の期間を踏まえれば、我が国の処分計画の着実な推進に向けて、国としても先導性と継続性をもって基盤的な研究開発を着実に進め、国民各層の理解を得ていくことが重要である。

【参考：国の施策での位置付け】

（１）エネルギー基本計画（平成３０年７月３０日閣議決定）

○地層処分の技術的信頼性について最新の科学的知見を定期的かつ継続的に評価・反映するとともに、将来に向けて幅広い選択肢を確保し、柔軟な対応を可能とする観点から、使用済燃料の直接処分など代替処分オプションに関する調査・研究を着実に推進する。あわせて、処分場を閉鎖せずに回収可能性を維持した場合の影響等について調査・研究を進め、処分場閉鎖までの間の高レベル放射性廃棄物の管理の在り方を具体化する。

○廃炉等に伴って生じる放射性廃棄物の処理・処分については、低レベル放射性廃棄物も含め、（中略）処分の円滑な実現に向け、国として、規制環境を整えるとともに、必要な研究開発を推進するなど、安全確保のための取組を促進する。

（２）特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針（平成２７年５月２２日閣議決定）

○国、原子力発電環境整備機構（以下、NUMO という。）及び関係研究機関は、連携及び協力を行いつつ、最終処分の技術的信頼性等の定期的な評価を行うことを通じ、全体を俯瞰して総合的、計画的かつ効率的に当該技術開発等を進めるものとする。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

図１．Ⅰ－８～図１．Ⅰ－１１のとおり、各種アウトプットとして提示する開発・高度化した技術の情報について公表し、各種放射性廃棄物の実施主体等に提供するとともに、技術開発と並行して実施している国民への理解促進活動に活用することで、放射性廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進に寄与するとともに、処分事業の円滑化を進める。

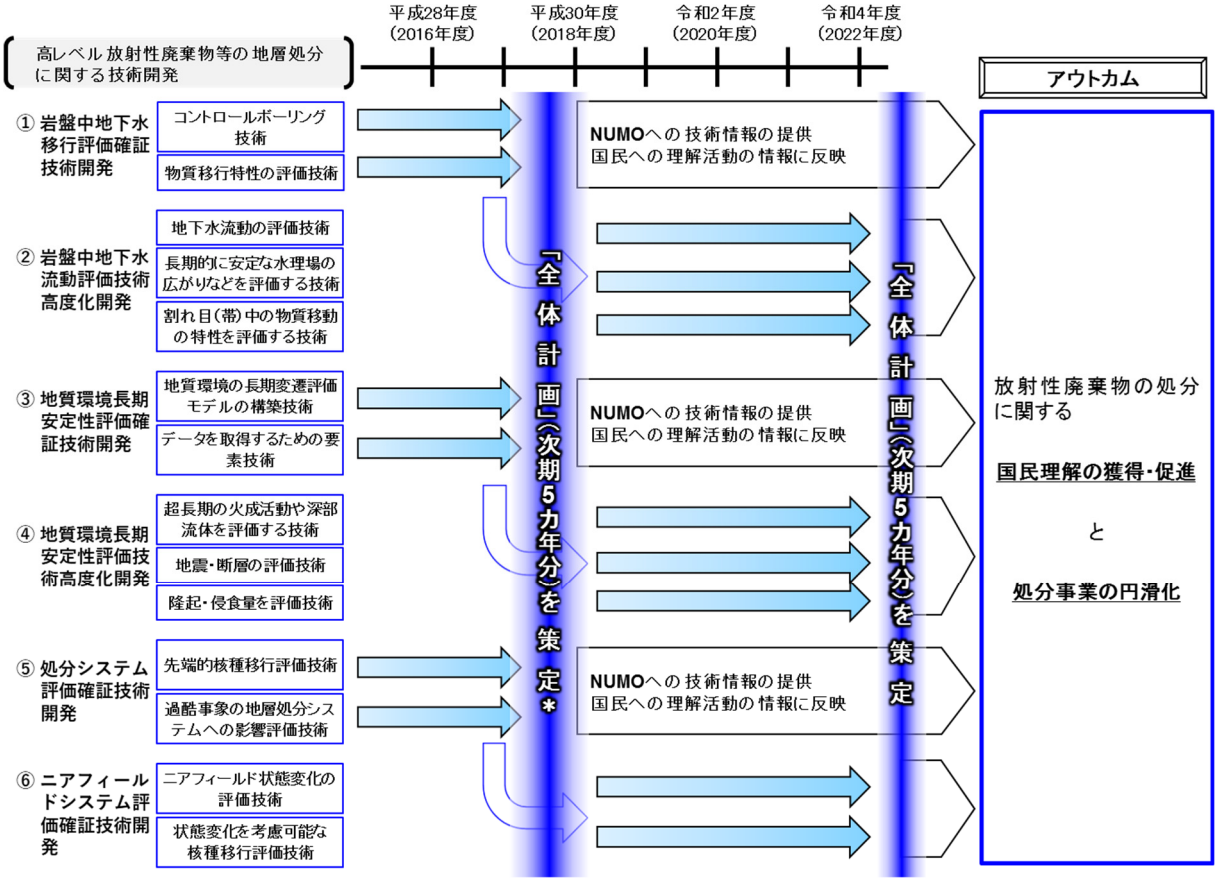


図１．Ⅰ－８　事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ（１/４）

＊：包括的技術報告書の外部レビューの進捗や、処分事業及び研究開発の進捗状況等の反映を考慮し、令和２年度以降の計画について令和元年度末を目途に見直す予定（図１．Ⅰ―１１まで同様）。

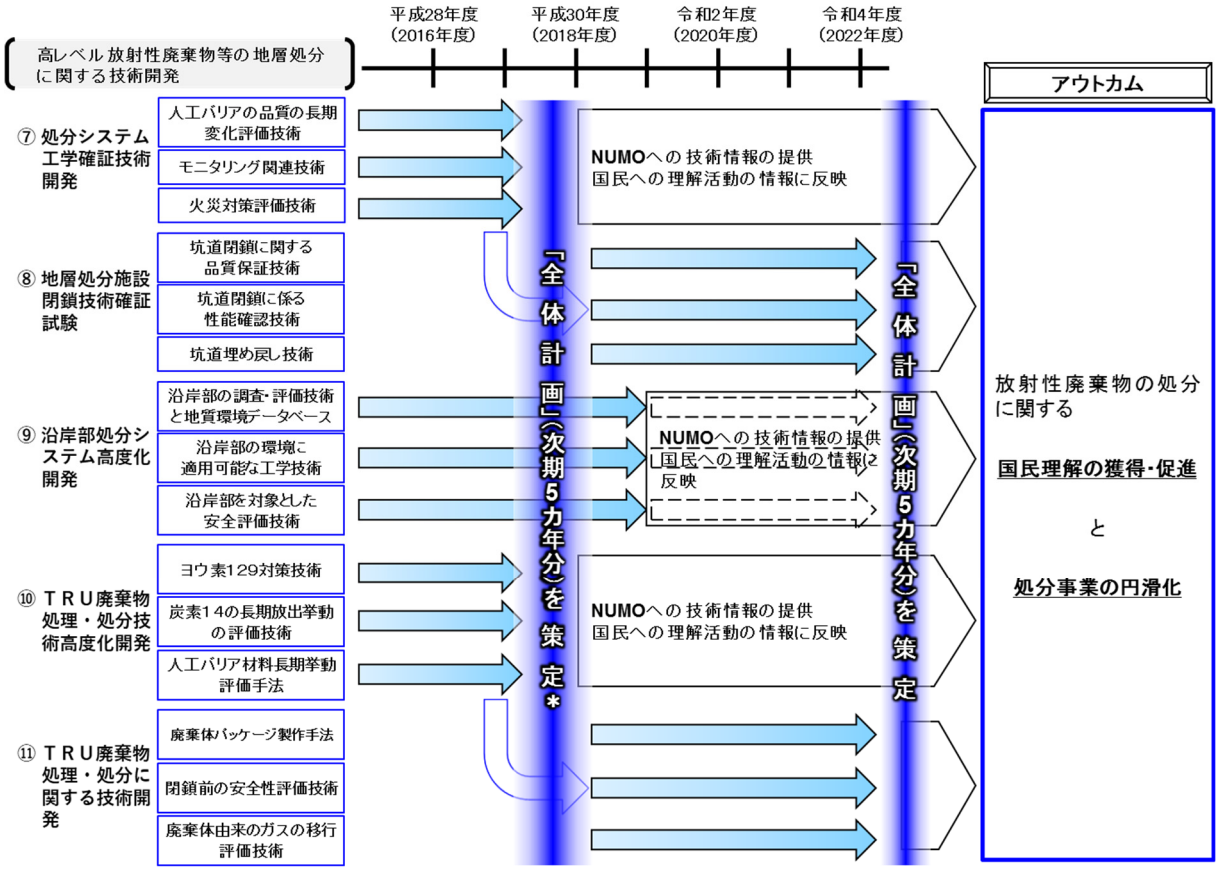


図１．Ⅰ－９　事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ（２/４）

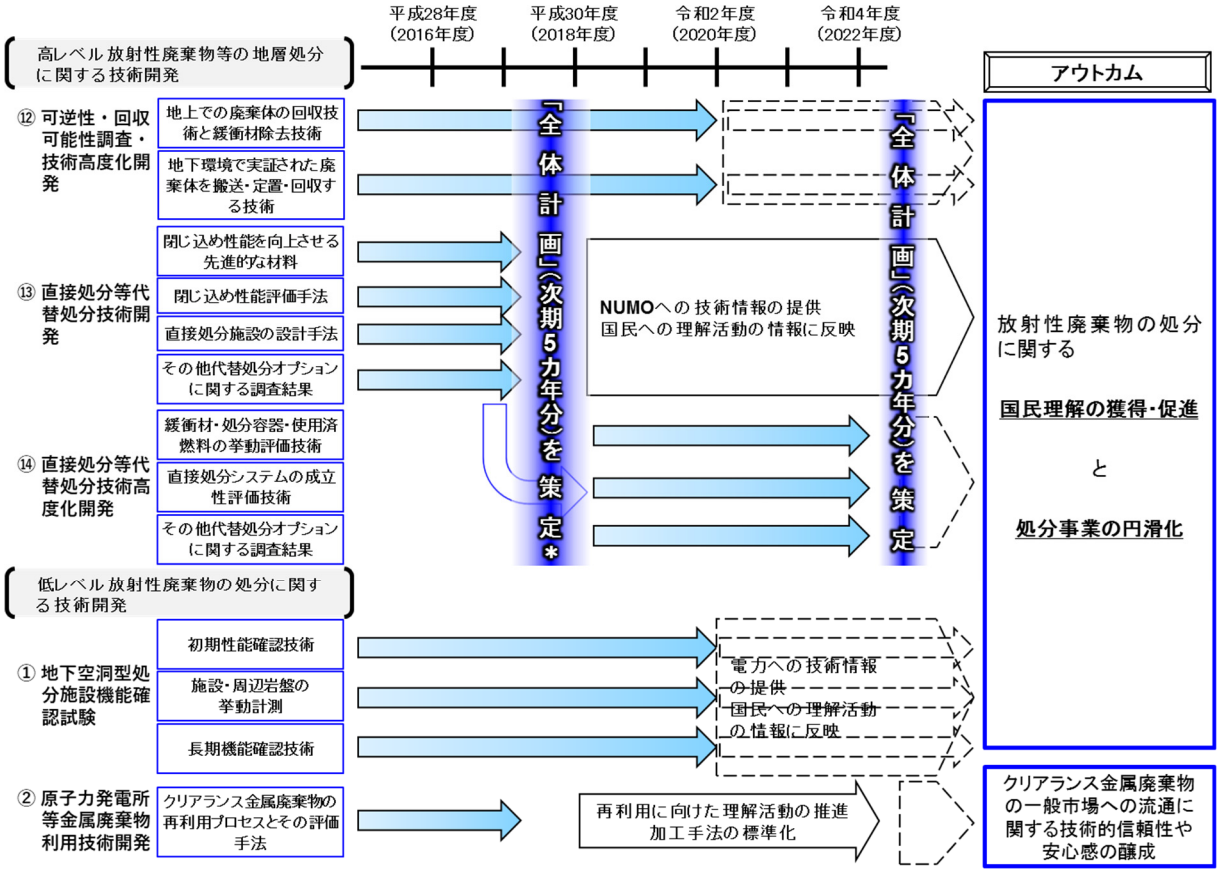


図１．Ⅰ－１０　事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ（３/４）

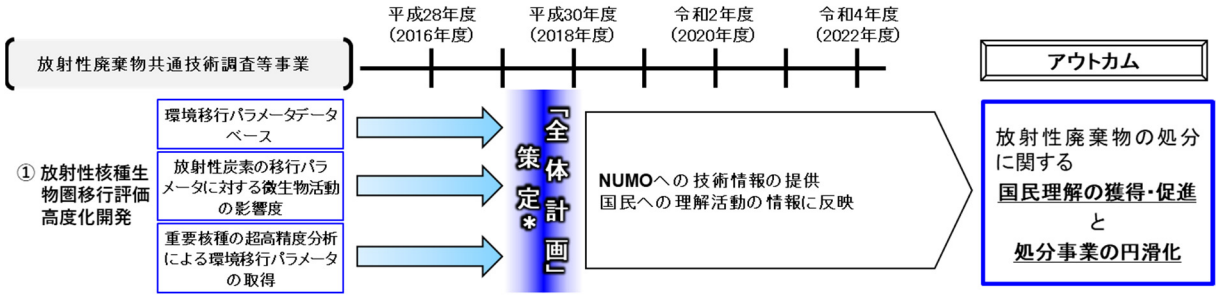


図１．Ⅰ－１１　事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ（４/４）

【参考：全体計画と地層処分研究開発調整会議】

○地層処分に係る研究開発について、原子力政策大綱（平成１７年１０月　閣議決定）で「国及び研究開発機関等は、全体を俯瞰して総合的、計画的かつ効率的に進められるよう連携・協力するべきである」とされたこと等を受け、同年、資源エネルギー庁主催の下、日本原子力研究開発機構及び関連研究機関が参画する「地層処分基盤研究開発調整会議」（以下、基盤調整会議という。）を開始した。

○基盤調整会議は、ＰＤＣＡサイクルを回しながら関連研究機関が実施する基盤研究の全体計画を策定する会議体である。平成２５年には「地層処分基盤研究開発に関する全体計画（平成２５年度～平成２９年度）」を策定・公表し、全体計画に基づいた研究開発を実施してきた。

○その後、最終処分法における基本方針に基づき設置された原子力委員会放射性廃棄物専門部会が平成２８年度秋に取りまとめた評価報告書において、研究開発等における関係行政機関等の間の一層の連携を強化すること、基盤調整会議の運営の透明性を確保すること、NUMO は一層のリーダーシップを発揮し、実施主体・基盤研究開発機関一体で「真の全体計画」を策定すること、人材を継続的に確保・育成していくための方策の検討・充実することが必要とされた。

○こうした動きを受けて、平成２９年度に基盤調整会議のスコープの拡充等について見直し、「地層処分研究開発調整会議」（以下、調整会議という。）として改変した。

○調整会議は、経済産業省、文部科学省や実施主体である NUMO、関連研究機関、廃棄物発生者により構成され、以下について議論した。その結果、平成３０年度から令和４年度までの５カ年に関する我が国の地層処分に関する研究開発計画を記述した「地層処分研究開発に関する全体計画」を策定した。

- 研究開発の連携に関する調整（研究開発の効率的な実施、深地層の研究施設等の有効活用の観点から、研究開発に関する連携や役割分担の調整を実施）
- 成果の体系化に向けた調整（全体計画の策定を目的とした、成果の体系化に向けた調整）
- 研究開発の重複排除等の調整（研究開発全体で重複や重要な抜け落ちが生じないように調整を行う。）

○現在は、この全体計画にのっとって研究開発を進めているところ。

５．複数課題プログラムの実施・マネジメント体制等

図１．Ⅰ－１２に示すように、本複数課題プログラム全体については、技術開発費の効率化や重要な抜け落ちがないように、調整会議（平成２９年度までは基盤調整会議）で審議・調整された結果を受けて実施しており、５ヵ年ごとに進捗等についてレビューを受けることで実施内容に関するマネジメント体制を確保している。

また、各技術開発の単位では、外部専門家等（５～９名）により構成される外部評価委員会を設置し、レビュー等を受け、指摘事項を研究開発計画や実施内容に反映し、マネジメント体制を確保している。例えば、事業が５年の場合は初年度に研究開発に関するレビュー、３年目に中間評価としてのレビュー、最終年度に研究開発成果のレビューを実施している。また、同外部評価委員会を毎年度２～３回程度実施し、年度毎の研究開発計画、実施内容や成果及び課題について各個別の課題についてレビューや指摘を頂いている。

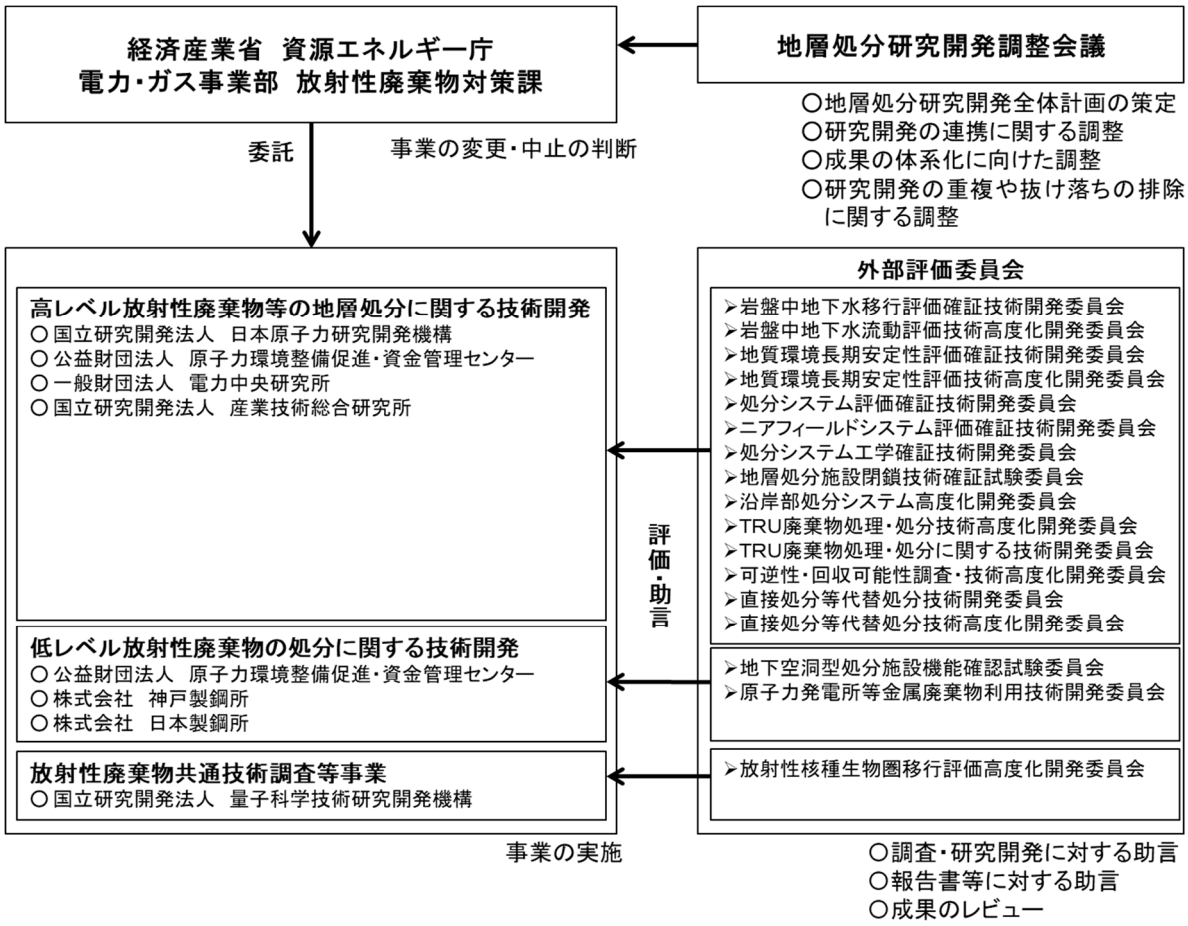


図１．Ⅰ－１２　本プログラムの実施・マネジメント体制

６．費用対効果

本複数課題プログラムでは、平成２８年度から３０年度にかけて、「A．高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発」で 105.3 億円、「B．低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発」で 5.9 億円、「C．放射性廃棄物共通技術調査等事業」で 1.6 億円の国費を投資している。その中で、A で 395 件、B で 24 件、C で 63 件の技術開発成果に関する外部発表※1を実施している（図１．Ⅰ－１３）。この結果、当該分野の国内外の技術者・研究者への理解促進にも寄与していると考えられる。また、外部発表の結果として得られるフィードバックにより、技術開発成果が高度化されており、アウトプット及びアウトカムに照らし合わせても妥当な費用対効果が得られていると考えられる。

なお、「B.低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発」については、外部発表件数で示す費用対効果は低い傾向が見受けられる。一方で、個別要素技術の B. ①では、技術開発を実施している現場での見学者の受け入れも実施しており年間で数百人の方々が中深度処分の技術を体感している。また、個別要素技術 B. ②では、クリアランス金属の試加工を実施した現場の公開やクリアランス金属を活用して試作した廃棄体容器を公開するなど積極的に成果を公表しており、マスメディアにも取り上げられている。これらは、外部発表件数として計上することは困難であるが、アウトカムとして掲げる『放射性廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進』に向けて精力的に活動が行われており、事業アウトカムの観点から費用対効果として妥当であると考えられる。

個別要素技術ごとの費用対効果については、第２章の各６．費用対効果に記述している。また、本

※1 本報告書本文では、論文発表、学会発表、特許、科学イベント等での理解促進活動、一般著書、技術報告書や各種データベースを含めて「外部発表」と示す。

複数課題プログラムの要素技術の成果については、単年度ごとの報告書及び各要素技術開発の完了ごとの取りまとめ報告書を以下の当課 HP で公開している。
当課 HP：https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/library/library06.html

	予算総額（億円）	論文	学会発表	特許等（出願含む）	その他※
A. 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発	**105.3**	**63**	**290**	**6**	**36**
①岩盤中地下水移行評価確証技術開発	7.4	6	13	1	0
②岩盤中地下水流動評価技術高度化開発	5.4	2	7	1	1
③地質環境長期安定性評価確証技術開発	4.4	9	67	0	2
④地質環境長期安定性評価技術高度化開発	3.3	0	1	0	4
⑤処分システム評価確証技術開発	9.1	10	36	0	0
⑥ニアフィールドシステム評価確証技術開発	3.5	10	23	0	2
⑦処分システム工学確証技術開発	10.6	3	21	0	3
⑧地層処分施設閉鎖技術確証試験	5.2	0	0	0	0
⑨沿岸部処分システム高度化開発	20.5	5	48	4	9
⑩TRU廃棄物処理・処分技術高度化開発	8.4	12	39	0	9
⑪TRU廃棄物処理・処分に関する技術開発	5.3	0	0	0	0
⑫可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発	15.7	0	17	0	6
⑬直接処分等代替処分技術開発	4.9	4	13	0	0
⑭直接処分等代替処分技術高度化開発	1.6	2	5	0	0
B. 低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発	**5.9**	**0**	**16**	**1**	**7**
①地下空洞型処分施設機能確認試験	4.2	0	16	0	1
②原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発	1.7	0	0	1	6
C. 放射性廃棄物共通技術調査等事業	**1.6**	**26**	**22**	**0**	**15**
①放射性核種生物圏移行評価高度化開発	1.6	26	22	0	15

※その他としては、科学イベントでの理解促進活動、著書、各種データベース、報告書等について計上している。

図１．Ⅰ－１３　技術開発項目ごとの予算総額と外部発表の件数

なお、平成２８年度の中間評価において頂いた「アウトプットとアウトカムの間には距離があるので、費用対効果の提示方法等を工夫すること。その際、目標に対しての達成度やリスク軽減への貢献度なども指標として検討すること。」との指摘に基づき、「技術開発に必要な検討項目数をアウトカムの指標として達成度を可視化」するとともに、「一般の方々に公開する場（技術開発結果の報告会等）の開催回数もアウトプット指標に取り込む」ことで、アウトカムとアウトプットの距離感の低減を図った。

Ⅱ．外部有識者（評価検討会等）の複数課題プログラム全体評価

１．事業アウトカムの妥当性

○放射性廃棄物処分は、国民全体の利益の観点から国策として進めるべき事業であり、国民の納得感や安心感を向上させることは不可欠であり、本事業のアウトカムは妥当である。加えて、当初設定した計画とロードマップに沿って着実に成果をあげていること、技術の信頼性と安全・安心を社会が判断できる知見を整えつつあることは評価できる。特に、「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発」プロジェクトでは、地層処分研究開発調整会議によって、実施主体と基盤研究開発機関の研究開発計画を一体化した「全体計画」が策定され、これによって各研究開発課題への取組の意義と目的がより明確に設定され、これらがアウトカムの目標に対して妥当なものであることが示されている。

○一方、内容が多岐にわたっていることから、プロジェクト間の関係及び連携状態が必ずしも明瞭ではなく、換言すると、各々のプロジェクトや個別技術開発要素を達成するとアウトプットがどのように相互的に影響を与えながらアウトカムに反映されるのかが抽象的であり、アウトカムとアウトプットとの乖離が依然大きいので、更なる工夫や改善が必要である。

【肯定的所見】

○当初設定した計画を研究開発の基本通りのロードマップを歩み、着実に成果をあげていることは評価できる。社会が技術の信頼性と安全・安心を判断できる知見が整ってきた。（Ａ委員）

○評価対象である複数課題プログラムは、処分事業の状況に応じ、適切にアウトカムの目標が設定されているものと評価する。特に「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発」プロジェクトでは、地層処分研究開発調整会議によって、国と実施主体との役割分担の明確化と、国民理解の醸成にとって基盤となるセーフティケースの作成に反映するという個別技術課題に関する研究開発成果の体系化を指向した「全体計画」が策定され、これによって各研究開発課題への取組の意義と目的がより明確に設定され、これらがアウトカムの目標に対して妥当なものであることが示されている。（Ｂ委員）

○放射性廃棄物処分は、我が国の基幹電力である原子力発電を進める上で必ず解決しなくてはならない重要課題であり、またそれを進める上で国民の納得感や安心感を向上させることは不可欠であることから、本事業のアウトカムの妥当性は明確である。国際的にも重要な研究課題として位置付けられていることから、他国への技術支援につながる内容でもある。事業アウトカムの定量的な指標は難しいが、本事業が、放射性廃棄物地層処分の実現に向けた技術開発であることは明確であり、その成果を継続的に国民に示すことが国民の納得感や安心感の向上に貢献することは明らかであることから、指標及び目標値も妥当と判断できる。（Ｃ委員）

○放射性廃棄物を確実・着実に地下処分するための技術開発は、国が責任をもって実施する約束をしているプロジェクトであるので、地層処分の技術的向上及び国民の地層処分に対する納得感や安心感の醸成に資する研究プロジェクトの推進とした事業のアウトカムは妥当である。（Ｄ委員）

○放射性廃棄物処分関連分野は国策として遂行すべきプロジェクトで、非常に重要な課題であり、原子力発電による放射性廃棄物の処分において、信頼性や安定性の向上をアウトカムとしていることは極めて妥当であると思います。また多くの地元説明会を実施し、アウトカムの実践に努力されていることが感じられます。（Ｅ委員）

【問題点・改善すべき点】

○目標を達成するとアウトカムにどう反映されるか、抽象的で具体的な効果が見えにくい。コミュニケーションを円滑に進めるためには、アウトプット概説でも具体的な表現が欲しい。（Ａ委員）

○設定された目標については、研究開発を取り巻く状況や各年度の事業アウトプットに応じて、

その乖離を適切に是正するために今後の研究開発の内容や進め方にフィードバックするとともに、目標自体の見直しの必要性についても確認しておく必要がある。こうしたプロセスが毎年度、あるいはその途中過程で適切に行われ、その結果を常に参照できるようにしておくことが必要である。（Ｂ委員）

○内容が多岐にわたっていることから、プロジェクト間の関係及び連携状態が必ずしも明瞭ではなく、事業全体のアウトカムを分かり難くさせている側面がある。個々の研究開発成果と国民理解との間には相当の乖離があるので、そこを体系的に埋めるための更なる工夫や努力が必要と思われる。（Ｃ委員）

○アウトカムとプロジェクトのアウトプットとの乖離が依然大きいように思われる。加えて、個々のプロジェクトのアウトプットがどのように相互的に影響を与えながらアウトカムに結び付くのか分かりやすい説明が必要。（Ｄ委員）

○論文数をアウトプットとするならば、投稿された雑誌の質の評価が必要であろう。国際学会誌への投稿数やCitationのような数値が要求されると思われる。（Ｄ委員）

○アウトカムとして、「国民の安心感や納得感の醸成に資する」としているが、指標として定量的にはあいまいであり、また技術的信頼性の向上とこのアウトカムの関係があいまいで、全体として信頼性や安定性の向上となっているかがやや不明瞭です。（Ｅ委員）

２．複数課題プログラムの内容及び事業アウトプットの妥当性

○アウトプット指標及び目標が適切に設定されており、その達成に向けて着実に研究開発が進められ、関連する論文発表等も多数行われていることは高く評価できる。一部の実証を目的とした技術開発については、論文などの成果が少ないものが見られるが、前回の中間評価での指摘を踏まえ、評価項目が改善されている。

○一方、アウトプットをどのように見せればアウトカムにつながるかについては、多様なステークホルダーに対して技術開発の意義や成果を分かりやすく説明するためのアウトプットの目標が明確になっておらず、改善の余地が残る。

【肯定的所見】

○アウトプットの目標達成は出来ていると判断される。（Ａ委員）

○評価対象である複数プログラムの内容、アウトカムに向けたアウトプットの達成目標は技術的な信頼性の向上という観点においては適切に設定されているものと評価する。（Ｂ委員）

○個々の研究開発要素は独自の重要な内容であり妥当である。事業アウトプット指標及び目標も明確であり、その達成に向けて着実かつ継続的に研究開発が進められ、関連する論文発表等も多数行われていることは高く評価できる。（Ｃ委員）

○複数課題プログラムの内容は、どれも専門的に高度なレベルの研究が実施されている。成果が得られていることも理解できる。（Ｄ委員）

○個々の要素技術に関しては、論文や特許などの公開がなされており、個々の評価委員会による評価を受けており、プログラム内容に関しては妥当であると思います。また、一部の施工的な技術開発事項のプログラムにおいて、論文などの成果が少ないものが見られますが、3年前の中間評価で指摘されたことから、新規の評価項目も考慮されていて、改善がされていると思います。（Ｅ委員）

【問題点・改善すべき点】

○アウトプットをどのように見せれば、アウトカムにつながるかの説明が欲しい。アウトプットに、指針や国際基準への寄与に結び付ける努力があってもよい。（Ａ委員）

○アウトカムとしての目標である技術に関する国民理解の醸成に当たって、上述したように技術的専門家を対象とする技術的な信頼性向上という観点ではアウトプットの目標設定は妥当であると考えられるが、他のステークホルダーを対象とした、技術開発の意義や成果の、分かりやすい説明による理解の促進に対するアウトプットは必ずしも明確に設定されていないようである。この点は改善していくべきと考える。（Ｂ委員）

○個々の研究開発要素間の関係性を明確にし、更に連携を深めた展開が望ましい。（Ｃ委員）

○プログラム間の情報の共有、それぞれのプログラムのアウトプットが次の展開研究にどのように生かされているのかが読み取れない。複数課題プログラムの共通事項の情報共有を図ることでよりレベルの高い研究を早期に開始できるようにも思われる。3 種類の技術開発相互で、それぞれの分野の研究内容が完全に網羅されているのかをチェックする仕組みが必要ではないか。（Ｄ委員）

○複数プログラムの多くが平成 30 年度に見直しを受け、見直しを受けたプログラムは「NUMO への技術情報の提供、国民への理解活動情報に反映」とされている。どのように反映されたかが読み取れない。対話型全国説明会の「よくいただくご質問への回答 Q&A」に成果を反映されているという説明もあるが、それであれば、プログラムの成果にその項目を追記すべきである。（Ｄ委員）

○新規の評価項目の定量化がまだあいまいで、数量だけでなく、どの程度の質があるかも評価してもらえればよりよくなると思います。（Ｅ委員）

３．当省（国）が実施することの必要性

○放射性廃棄物の処分のための基盤研究開発については、様々な研究領域にまたがる技術的難度の高い課題や、既存の技術を予め地下で実証しておくべき課題があり、研究開発の期間が長くなること、国際協力や人材育成も長期的に行う必要があることなどの特徴がある。このため、予算規模が大きくなる傾向があり、民間企業では利益確保の観点から十分な研究開発への投資を期待できない。このため、研究開発の継続性の観点から、経産省（国）が先導して取り組むことが妥当である。また、一部のプロジェクトについて、これまで進められてきた研究開発成果を適切に事業者に提供することを通じて、国の役割が終了したと判断していることは妥当である。

○一方、全体を俯瞰した総合評価を行う仕組みやリーダーの役割をより明確にした上で、研究開発を取り巻く状況などを踏まえつつ共通部分や研究の抜けを確認し、プログラムや個別技術要素の内容を柔軟に見直すことができるようにしておくことが重要である。

【肯定的所見】

○長期にわたる、複数課題のプログラムを実施するには、評価基準の①～⑤は自明の項目である。他分野の成果を俯瞰できる「国」が先導して、継続的なバックアップをすることは、特に重要である。（Ａ委員）

○当該複数課題プログラムのうち、「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発」については、全体計画の策定において、国と実施主体の役割分担が明確にされており、その結果再設定された各プロジェクトは、いずれも上記の評価基準に照らして妥当なものであると言える。「低レベル放射性廃棄物放射性廃棄物の処分に関する技術開発」については処分事業段階に近づいていることなどから、また、「放射性廃棄物共通技術調査」プロジェクトについては、必要となるデータ取得を継続して進めていくことが必要であると考えられるが、これまでの大きな成果により、その手続きの客観性や中立性、成果の技術的信頼性を確保するためのプロセスが確立されたことを踏まえ、これまで進められてきた研究開発成果を適切に事業者に提供されることによって国の役割が終了したと判断されていることは現段階では妥当であると言える。（Ｂ委員）

○地層処分は公益性の高い事業であることから、国が実施することの必要性は明確であり、評価基準の①～⑤はいずれも満たしたものとなっている。国民の納得感及び安心感の向上のためには、電力事業者やNUMOとは別に、国が主体となって公的研究機関を中心に研究開発を行うことで、地層処分の安全性及び実現性に関する客観的な科学的根拠を確立し、それを国民に明示することは不可欠と思われる。（Ｃ委員）

○地層処分は国が実施すべき事業であることは理解できる。その上で、研究成果は国民共有の財産であり、それを全ての国民が知る権利を有することが、地層処分技術開発を進める原動力になるように思えるため、国が積極的に長期間にわたりプログラム実施に関与すべきである。（Ｄ委員）

○地層処分は様々な領域にまたがり、様々な技術的課題があり、長期にわたる研究開発期間が必要であり、技術的難度が高いことから、民間企業のみでは十分な研究開発が実施されないことが想定されるなど、国で実施することが不可欠であると思います。（Ｅ委員）

【問題点・改善すべき点】

○アウトプットをどのように見せれば、アウトカムにつながるかの説明が欲しい。アウトプットに、指針や国際基準への寄与に結び付ける努力があってもよい。（Ａ委員）

○上述した国の役割に関する判断は、研究開発を取り巻く状況などによって変化するものであり、国が先導して研究開発を進めることが適切であるような状況が再度生ずる可能性がある。こうした場合に、プログラムや研究開発課題の構成や内容を柔軟に見直すことができるようにしておくことが重要である。（Ｂ委員）

○長期的な取組が必要な複数プログラムの相互影響を絶えず把握して、共通部分の抽出や研究の抜けがないか等の確認が必要であろう。そのためには、国の機関が責任者になるのではなく、プロジェクトマネージャーを立てて研究を推進すべきである。（Ｄ委員）

○地層処分は、国として経済産業省だけでなく、文部科学省も絡んでおり、これらの関係性が不明瞭となっており、この点は今後明瞭化してほしいと思います。（Ｅ委員）

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性

○個別の研究開発のロードマップは分かりやすく明示されており、妥当である。加えて、複数プログラムの多くが地層処分基盤研究開発に関する全体計画の中で見直され、事業アウトカムに適合するように修正されている点は評価できる。

○一方、分野間の連携と総合評価の道筋が見えないことから、アウトプットの内容や達成度を確認しつつ、ロードマップを柔軟に変更できる仕組みを具体化しておくことも重要である。

【肯定的所見】

○全てのプロジェクトが初期設定の項目を着実に、忠実に実施していると思われる。これは重要なことではあるが、途中で得られた知見に基づいた、変更があってもよい。中間段階の評価なので判断はしにくいが、必要に応じてロードの変更もあってよい。（Ａ委員）

○アウトカム達成に至るまでのロードマップは適切に構築され、妥当なものと評価する。（Ｂ委員）

○ロードマップはアウトカムの達成に至るまで明確に示されており、また全体計画の策定に従って適切に改訂されていることから、妥当と評価できる。（Ｃ委員）

○複数プログラムの多くが地層処分基盤研究開発に関する全体計画の中で見直され、事業アウトカムに適合するように修正されていることは、ロードマップに妥当性があると評価できる。（Ｄ委員）

○個々のプロジェクトのロードマップは分かりやすく明示されていますし、目標の達成が見込まれると思います。（Ｅ委員）

【問題点・改善すべき点】

○地層処分の研究開発は、結果が出るのに時間がかかるのでやむを得ないとしても、「初期設定の項目を着実に実施」からは、イノベーションの創出は望めない欠点もある。（Ａ委員）

○ロードマップからは、ほとんどのプロジェクトで、分野間の連携と総合評価の道筋が見えない。あったら、ロードに示したい。（Ａ委員）

○アウトプットの内容や達成度によっては、アウトカムを達成するためのロードマップを適切に変更していくことが重要である。これはアウトカムやアウトプットの設定目標の妥当性評価と関連しており、こうした包括的な検討を行うための仕組みを明確にしておくことが重要である。この点に関しては、次項の評価視点であるマネジメントや体制に関して述べた改善点についても参照されたい。（Ｂ委員）

○見直しとなった複数プログラムが「NUMO への技術情報の提供、国民への理解活動の情報に反映」となっておりどのように反映されたかが読み取れない。対話型全国説明会の「よくいただくご質問への回答 Q&A」に成果を反映されているという説明もあるが、それであれば、プログラムの成果にその項目を追記すべきである。（Ｄ委員）

５．複数課題プログラムの実施・マネジメント体制等の妥当性

○研究開発計画、研究開発実施者の適格性、研究開発の実施体制などの研究体制は妥当である。例えば、「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発」プロジェクトについては、資源エネルギー庁の責任の下で作成した全体計画に基づいて研究開発課題の再設定が柔軟に行われており、これはマネジメントの柔軟性を実証する良好な事例であると言える。加えて、十分な研究開発能力を有する複数の研究機関・企業が事業を進めており、また、それらに対して外部評価委員会が評価・助言する体制が構築されている。

○一方で、タイムリーに研究計画を確認し必要に応じて見直しを行う仕組みや、国民の納得感・安心感の醸成に対して、科学技術コミュニケーション等を取り入れて全体を俯瞰した上での国民への情報提供を行う仕組みなどを検討することが必要である。

【肯定的所見】

○参加企業体と外注先等を見て、実施・マネジメントができる体制と判断した。（Ａ委員）

○「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発」プロジェクトについては、全体計画の作成に基づいて柔軟に研究開発課題の再設定が行われており、これはプロジェクトのマネジメント上の柔軟性を実証する良好な事例であると言える。複数課題プログラムが全体として、研究開発課題の相互の関連性に十分配慮し、こうした柔軟なマネジメントを可能とするようにした上で引き続き研究開発が進められることを期待する。（Ｂ委員）

○調整会議が策定した全体戦略に従って、十分な研究開発能力を有する複数の研究機関・企業が事業を進めており、また、それらに対して外部評価委員会が評価・助言する体制が構築されていることから、妥当と判断できる。（Ｃ委員）

○全ての複数プログラムそれぞれが外部評価委員会からの評価を受けた上で、複数プログラム自体も地層処分研究開発会議で研究計画の策定、調整、連携、重複削除が実施されている。（Ｄ委員）

○研究開発計画、研究開発実施者の適格性、研究開発の実施体制などの研究体制は妥当であると思います。（Ｅ委員）

【問題点・改善すべき点】

○アウトカム及びアウトプットの目標値については、「経済産業省の技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準」（生成 30 年 2 月）にも示されているように、研究開発を進める過程で、社会経済情勢の変化に応じた、再設定を行うなど柔軟な対応を可能とする実施・マネジメント体制等が構築されていることが評価の視点として求められている。上述したように、「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発」プロジェクトでは、「全体計画」の策定という状況の変化が適切に反映され、こうした目標設定が見直されていることはよく理解できるが、タイムリーに妥当性を確認し、必要に応じて見直しを行うプロセスは、関連する他のプロジェクトの成果なども考慮しつつ、日常的なプロジェクトマネジメント上どのように行われているのかが明示的に示されることが重要であると思われる。中間評価に当たってこの仕組みが容易に理解できなかった。この点に関する説明が改善されることを期待する。特にこうした見直しによって終了する研究開発課題については、実施主体へ研究開発成果を適切に引き渡すための対策（知識ベースとしての取りまとめによる成果の保存・継承）を講ずることが重要である。こうした研究開発課題のうち「低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発」については、近い将来、規制基準の策定が見込まれており、こうした状況の変化に対応するため、新たな状況において国が主導するべき新たな課題があるかどうかについて十分な検討を行い、必要であれば新たな研究開発課題を設定するなど、柔軟に対応できるようにしておくことも重要と考える。（Ｂ委員）

○事業間の関係を明確にして、事業間の連携を強化することが望ましい。目標としている、国民の納得感・安心感の醸成に対して、科学技術コミュニケーション、リスクコミュニケーション等を取り入れた体系的な体制の下で国民への情報提供を行う他、人材育成や知識継承（知識マネージメント）についてもより効果的な体制を築き上げることが望ましい。（Ｃ委員）

○全ての複数プログラムを総括し、チーム全体の進捗をコーディネートする専門家のプロジェクトリーダーが必要である。（Ｄ委員）

○外注が多く見られ、どのように管理されたかなどが不明で、やや信頼性に欠くように思えます。（Ｅ委員）

６．費用対効果の妥当性

○地層処分の技術開発は、長期にわたって国として取り組む事業であることを考慮すると、その費用対効果を数値にて判定することは適切ではない。ただし、年度ごとに事業アウトプット及びアウトカム、経費配分は外部委員会により適切にチェックされており、全体的に見て、中間段階としての費用対効果は妥当であると言える。また、効果の判断に達成度の指標を加えたことには改善が見られる。

○一方で、いくつかの研究開発課題については、価値のある成果を挙げているにもかかわらず、論文や外部発表などによって成果を公表することが十分に行われていないものが存在する。これらについては今後積極的な公表を行い、成果の価値を高めていくことが重要である。アウトカムである国民の納得感及び安心感の醸成を達成するためには、論文発表、学会発表、特許取得とは別に、その他の活動として著書、一般市民向けの講演、見学対応などを積極的に行うことが必要である。

【肯定的所見】

○効果の判断に達成度の指標を加えた点、多少評価がしやすくなった。それぞれ予算内での目標達成の向上への努力が読み取れる。（Ａ委員）

○当該複数課題プログラムの費用対効果は、設定されたアウトプットの目標値に対して得られた成果に基づく論文数や外部発表の件数などから、これまでのところ妥当なものであると考える。（Ｂ委員）

○地層処分の技術開発は、国のエネルギー政策上、重要な事業であり、超長期にわたって国全体として取り組む事業であることを考慮すると、その費用対効果を数値にて判定することは適切ではないと考える。ただし、発表論文数等は一般的に見て十分な内容であり、着実に成果があげられていることが推察できる。本事業に参加した若手研究者らへの人材育成効果等も含めると、費用対効果は妥当と考えられる。（Ｃ委員）

○取り組まれている課題は、地層処分を実施するためには、いずれも必要不可欠な課題であることがよく分かった。そのため、費用がかさんでも国費を投入してプログラムを実施する必要があると思われる。（Ｄ委員）

○全体的に見て、工学的な実施項目が多くあるため、基礎研究より費用が高くなっていることを考慮すれば、費用対効果は妥当であると思います。（Ｅ委員）

【問題点・改善すべき点】

○試行錯誤で今後の改善も望まれる。（Ａ委員）

○いくつかの研究開発課題については、価値のある成果を挙げているにもかかわらず、論文や外部発表によって成果を敷衍することが十分に行われていないと思われるもの（例えば、「低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発」）が存在する。これらについては今後積極的な公表を行い、成果の価値を高めていくことが重要である。最終的なアウトカムの目標設定に対して、費用対効果の妥当性を高めるために、今後、研究開発実施担当者自ら研究開発課題の意義、成果などを様々なステークホルダーを対象として分かりやすく発信していくこと、人材の育成の場として利用することなど、多面的な価値をより明確に示しつつ研究開発を進めていくことが重要である。（Ｂ委員）

○アウトカムである国民の納得感及び安心感の醸成を達成するためには、論文発表、学会発表、特許取得とは別に、その他の活動として著書や一般市民向けの講演などが不可欠である。前者の合計が 359 件（63+290+6 件）に対して、後者はその約 1 割となる 36 件である。今後、この比率を更に増加させる体系的な工夫・努力が必要と思われる。（Ｃ委員）

○論文数だけでは、アウトカムに結び付かないと思われる。（Ｄ委員）

○地層処分に対する国民の理解（安心感）を醸成するためにこれだけ多くの研究が実施されていることをもっと広報すべきではないかと思う。（Ｄ委員）

○個々のプロジェクトで成果としての論文などが少ないものも見られるため、今後の努力を望みたいと思います。（Ｅ委員）

７．総合評価

○様々な放射性廃棄物が既に多量に発生しており、その処分について速やかな事業の進展が求められている。放射性廃棄物の処分は国が主体となり、長期にわたって継続すべき国策であり、この点は国民の認識と合意が得られつつある。これまでの研究開発は段階的かつ継続的に実施されてきていることがロードマップにおいて明確に示されており、各事業の位置付けは明確であると評価できる。全体的にプログラムの実施状況は妥当であると評価できる。

○一方で、個々の事業についての目標設定などは明確であるが、その結果として全体で何を目指しているかを明瞭にする必要がある。また、技術的信頼性の向上が必ずしも国民の安心感の醸成と一致しないことが考えられ、放射性廃棄物処分の研究開発を国が主体となって実施することの意義や課題を国民に分かりやすく、継続的に情報発信することや、国際的な議論の経緯や諸外国の経験を含めた基本的な考え方を共有することなどの取組が必要である。加えて、今後少なくとも１００年以上は続く処分事業のための人材確保を進める具体的なプログラムを検討すべきである。

【肯定的所見】

○上記項目で述べたような、研究開発の実施に関する改善も望まれるが、全体を見渡すと目標通り、着実に成果を積み重ねていると判断される。（Ａ委員）

○当該複数課題プログラムは、総じて適切な目標設定に従い、十分なマネジメントの下に進められ、これまでの研究開発は設定されたアウトプットの目標値に対して着実に成果を挙げているものと評価する。今後、下記の点に留意して引き続き取組を進めて行くことを期待する。（Ｂ委員）

○国が主体となって超長期にわたって実施すべき事業として、ロードマップに従って着実に研究開発が遂行されたことは高く評価できる。（Ｃ委員）

○地層処分技術の確立は、我が国にとって取得すべき必要不可欠な技術開発である。そのため、今後も国が積極的に関与して進めていく必要がある。（Ｄ委員）

○様々な項目から見ても、全体的にプログラムの実施状況は妥当であると思います。（Ｅ委員）

【問題点・改善すべき点】

○前項までに述べた。（Ａ委員）

○各プロジェクトを進める上での問題点や改善すべき点は後段に記したが、総括すれば、今後、特に留意すべき点を以下のようにまとめることができる。（Ｂ委員）

- アウトカムやアウトプットの目標設定の妥当性を、適宜（少なくとも各年度内で）確認し、研究開発を取り巻く状況の変化への対応など、必要に応じて柔軟にするための明確な仕組みと、その検討結果の説明。
- プロジェクトの個別課題における研究開発の内容の関連性や、プロジェクト間の関連性に注意し、それぞれの成果が相互に、また、タイムリーに反映できるように、成果を適切に共有するためのより効果的な仕組みやマネジメントの方法。
- アウトカムの目標として設定されている技術の国民理解の醸成を促進するため、成果を論文や外部発表によって専門家を対象に発信するだけでなく、幅広いステークホルダーに分かりやすく説明するための機会を自ら創出し、これを実行すること。
- 成果の取りまとめに当たっては、それがユーザーに利便性を持って有効に活用されるよう、成果のみならず、経験やノウハウなども含めた知識ベースとして整備すること。
- 処分事業の長期性に鑑み、人材育成の場としての役割を持たせるように研究開発に取り組むこと。

○個々の研究課題間の関係性を明確にして連携を深めること、更には事業の実現に向けて全体を俯瞰した上でより効率よく研究開発を実施することが必要と思われる。また、事業が長期になることから、知識の伝承方法（知識マネージメント）も考慮した上で、効果的な人材育成を図ることが望ましい。（Ｃ委員）

○海外での同様分野の研究成果との優位性や進捗状況を比較するため、海外の研究者による外部評価を加えてはどうか。資料を外国語に翻訳するのは大変なので、海外に在住する日本人研究者に外部評価者に入ってもらってはどうかと思います。（Ｄ委員）

○事業アウトカム指標が、「国民の地層処分に対する納得感や安心感の醸成」となっていて、これを実現するのは、様々な個々の技術開発だけでなく、むしろ安全を担保するために必要な項目の抜けがないようすることの方が重要であると考えます。この観点において、高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発は、多数のプログラムからなっており、個々のプログラムは外部委員会の評価を受けながら、必要な技術開発が実現されていると思いますが、全体として見た場合に、その評価が行われていない点が気になります。今後は全体として何が安全につながるのかを考えるセクションが必要であると思います。（Ｅ委員）

第２章　複数課題プログラムを構成する研究開発課題（プロジェクト）の概要及び評価

Ａ．高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発

Ⅰ．研究開発課題（プロジェクト）概要

プロジェクト名	高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発
行政事業レビューとの関係	平成３０年度行政事業レビューシート（経済産業省　0323） 平成２９年度行政事業レビューシート（経済産業省　0323） 平成２８年度行政事業レビューシート（経済産業省　0402）
上位施策名	科学技術・イノベーション
担当課室	資源エネルギー庁　電力・ガス事業部　放射性廃棄物対策課

プロジェクトの目的・概要

高レベル放射性廃棄物等の地層処分は、将来世代へ負担を先送りしないためにも、着実に実施する必要がある。処分事業の操業開始までの長期的な展開を視野に入れ、具体的な地点を対象とした調査評価のための基盤となる技術を先行的に整備し、処分事業等の円滑化を図る。また、将来世代が最良の処分方法を選択できるよう、代替オプションに関する技術開発を並行して進める。

具体的には、地質調査技術、地下水移行評価、操業技術等の工学技術及び安全評価技術の信頼性向上を図るとともに、海域における地質環境調査技術や、巨大地震等の天然現象による地層処分システムへの影響評価、操業期間中の安全対策に係る技術開発を行う。また、長半減期低発熱放射性廃棄物（ＴＲＵ廃棄物）の処理・処分技術の高度化開発等を行う。これらの技術開発と並行して、最終処分について幅広い選択肢を確保する観点から、廃棄体の回収技術や代替処分オプションに関する技術開発を行う。これらを通じて、高レベル放射性廃棄物やＴＲＵ廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進と着実な処分事業の円滑化を図る。

なお、当該プロジェクトでは目的の達成に向けて１４項目という多岐に渡る個別技術開発を実施している。そこで、以降は、個別技術開発毎にアウトカムやアウトプット等を記述する。

予算額等（委託）　（単位：百万円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期	事業実施主体
平成１０年度	令和４年度（予定）	平成２８年度	令和５年度（予定）	JAEA、AIST、CRIEPI、RWMC
H28FY 執行額	H29FY 執行額	H30FY 執行額	総執行額	総予算額
２，８７８	４，１０４	３，５４３	１０，５２０	１１，６８０

① 個別技術開発：岩盤中地下水移行評価確証技術開発

１．事業アウトカム

事業アウトカム指標		
【指標】 コントロールボーリング調査技術及び割れ目の多い岩盤にも適用可能なトレーサー試験技術を開発する上で必要な検討項目数。 【設定理由・根拠等】 各種技術は、開発過程において、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある技術が開発され、これが地層処分に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。		
指標目標値		
事業開始時（平成２５年度）	計画： 事業終了時までに ７７項目	実績：－ コントロールボーリング調査技術、トレーサー試験技術等について、具体的な課題を整理した。
中間評価時（平成２８年度）		実績：６４項目 コントロールボーリング調査技術、トレーサー試験技術等について、国内の現場を活用し実証試験を実施した。
終了時評価時（令和元年度）		実績：７７項目 開発した技術の実証試験を通じて国内岩盤への適用の妥当性を確認した。

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

図２．Ａ ― １のスケジュールに基づき、少ないボーリング調査で地質環境特性を精度良く調査することができるコントロールボーリング技術の開発を行った。また、深地層の研究施設を活用し、地下水年代測定及び岩盤中の地下水や物質の移動等を調査・評価する技術を構築した。

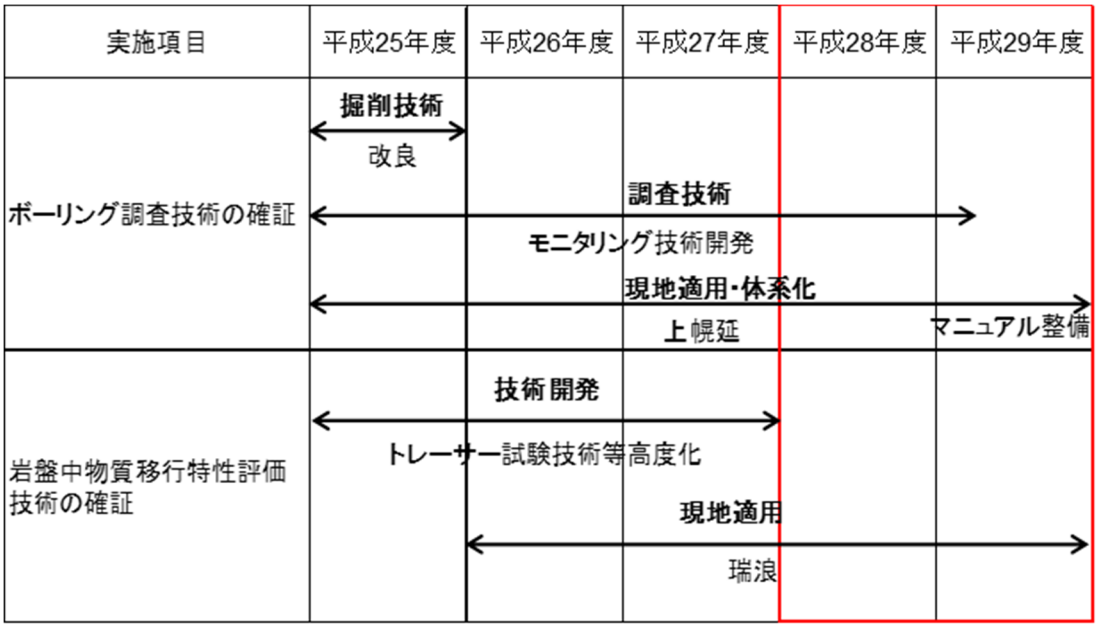


図２．Ａ ― １ 全体スケジュール

【主な成果】

○国内の堆積軟岩を対象として、コントロールボーリングを掘削し、コントロール掘削孔用に開発したマルチパッカーシステムや無人計測システム（図２．Ａ ― ２）により、長期の水質・水圧モニタリングが可能であることを実証した。

○国内の結晶質岩を対象とし、開発・検討した装置・手法を活用することで、詳細な割れ目の特性（開口幅、流動性等）を取得できること、地下環境中での物質移動特性を取得できること（トレーサー試験；図２．Ａ ― ３）を実証し、開発した技術の有効性を確認した。

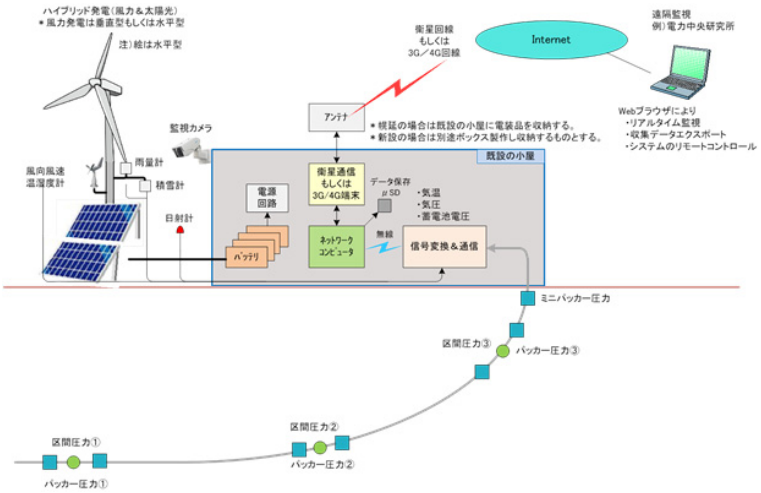


図２．Ａ ― ２ 無人計測システム構成図（堆積軟岩でのコントロールボーリング孔を事例に実証）

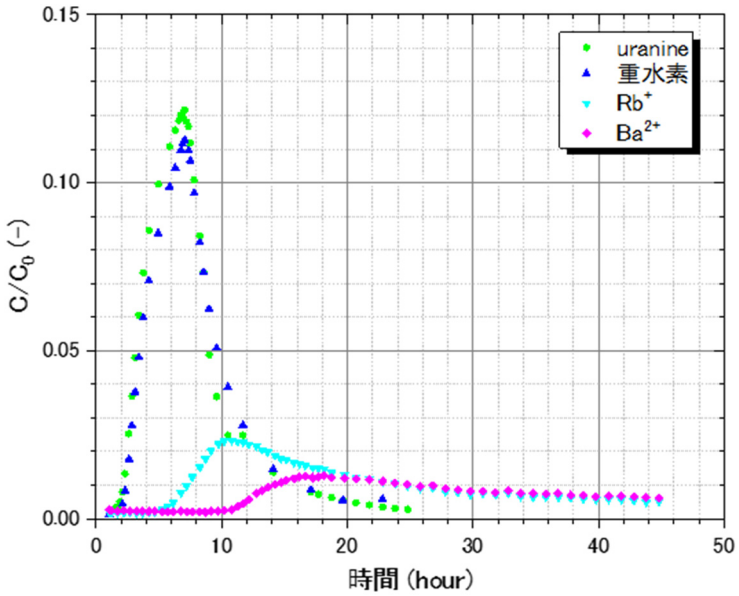


図２．Ａ ― ３ 地下坑道内で実施したトレーサー試験の結果（開発した装置で適切に物質移行データが取得できることを実証）

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数とする。		
指標目標値		
事業開始時（平成２５年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：－
中間評価時（平成２８年度）		実績：４５件 コントロール掘削孔の長期モニタリングの状況や高度化したトレーサー試験技術等の適用例等を開示した。
終了時評価時（令和元年度）		実績：６５件（合計） 長期モニタリングやトレーサー試験結果の評価方法を開示した。

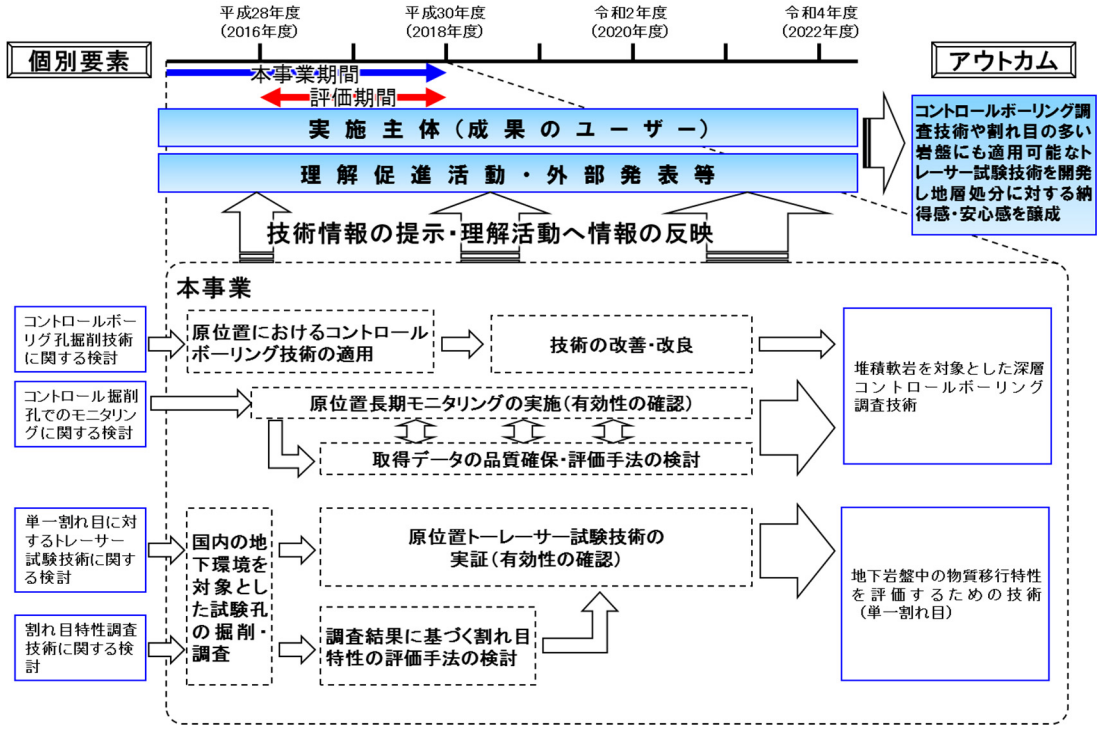
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
6	１１	1	―	―	―	―

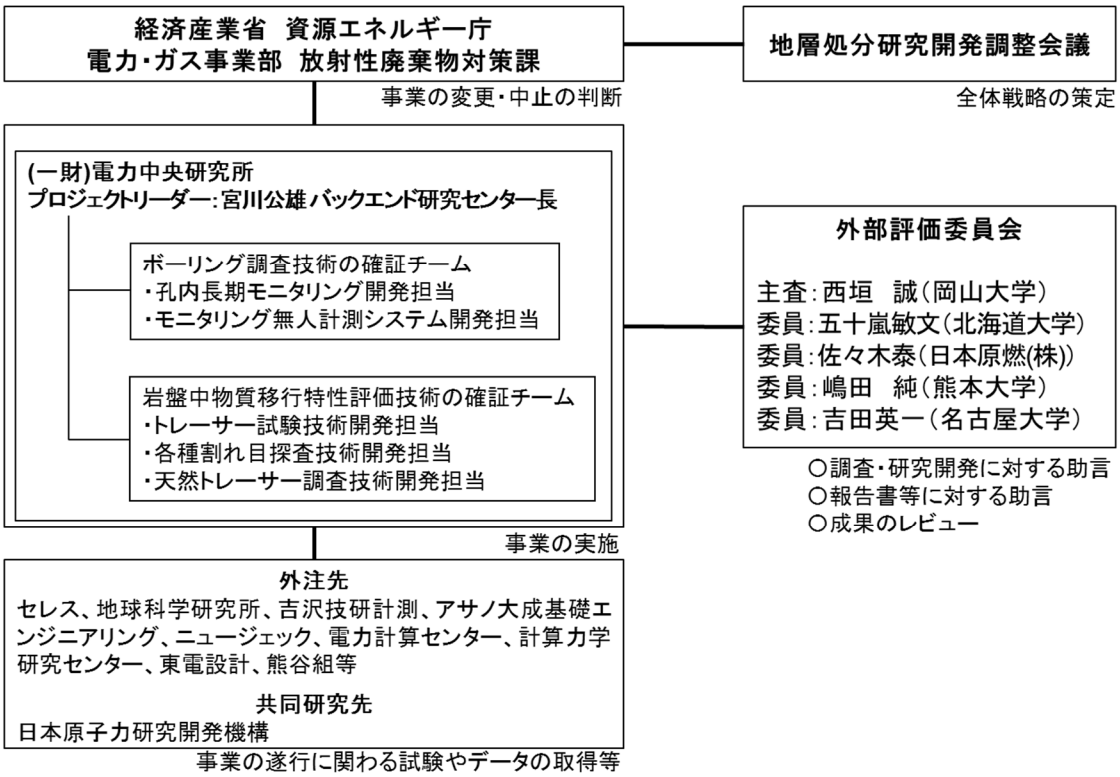
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、当該技術開発には 7.4 億円の国費を投入している。その中で 20 件の外部発表を実施しており、アウトプット・アウトカムと照らし合わせても妥当であると考えられる。

② 個別技術開発：岩盤中地下水流動評価技術高度化開発

１．事業アウトカム

<table>
<tr><td colspan="3">事業アウトカム指標</td></tr>
<tr><td colspan="3">【指標】
地質環境中の地下水の流れについて、複数の指標（原位置のモデル・解析や地下水年代など）で整合的に評価可能な手法を開発する上で必要な検討項目数。

【設定理由・根拠等】
各種技術は、開発過程において、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある技術が開発され、これが地層処分に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。</td></tr>
<tr><td colspan="3">指標目標値</td></tr>
<tr><td>事業開始時（平成３０年度）</td><td rowspan="3">計画：
事業終了時までに２５項目</td><td>実績：－</td></tr>
<tr><td>中間評価時（令和元年度）</td><td>実績：５項目
地下水年代を加味した地下水流動の評価方法（案）を提示するとともに、天水浸透影響の小さい領域の分布を推定するための予察解析を行い、評価上の重要な要因を抽出・整理等を実施した。</td></tr>
<tr><td>終了時評価時（令和４年度予定）</td><td>実績：―項目</td></tr>
</table>

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

図２．Ａ ― ４のスケジュールを基本として、概要調査において重要となる涵養域から流出域までの広域的な地下水流動や地下水が長期にわたり滞留する領域の三次元分布に係る調査・評価の方法論を整備する。

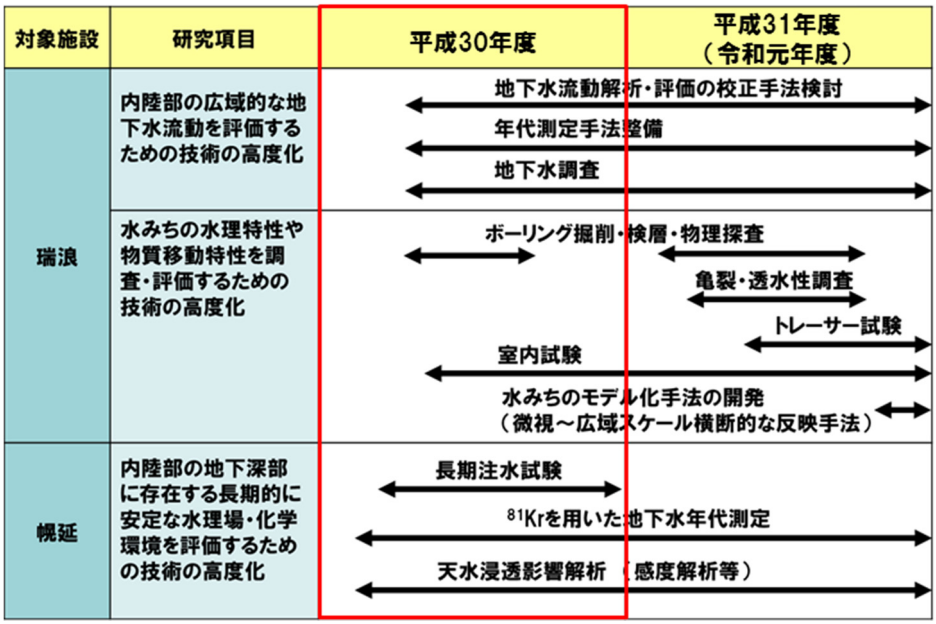


図２．Ａ ― ４ 全体スケジュール

【主な成果】

○広域的な物質移行解析の妥当性を検証するための検討として、現状の課題を整理し、地下水年代の分布を指標として、物質移行解析の入力条件を校正する手法を検討中（図２．Ａ ― ５）。

○広域的な地下水流動を評価するために必要な水理学的情報の取得方法の再検討として、同一孔で長期の水理試験を実施し、長期的な水理試験の有効性を再確認した（図２．Ａ ― ６）。

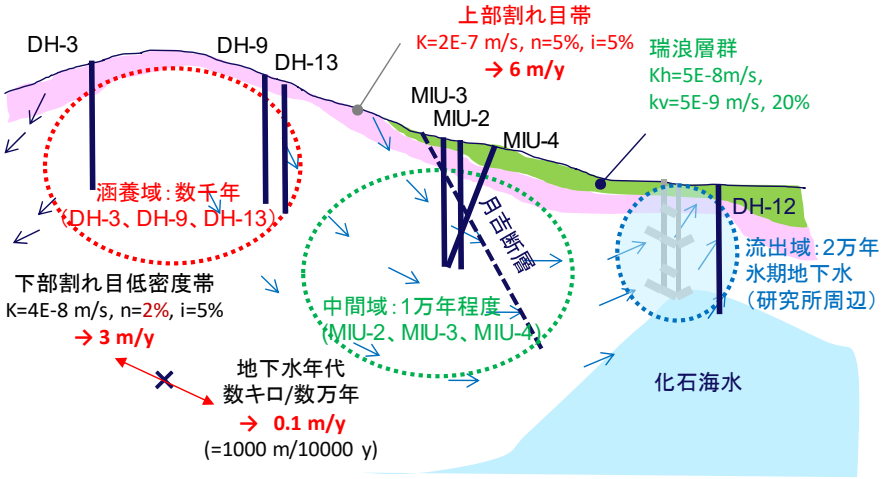


図２．Ａ ― ５ 広域的な物質移行と地下水年代の分布に関する概念図

地下水流動解析までを実施し、その後、地下水の滞留時間（地下水年代）を指標としてモデルの校正を実施する方法を検討中。

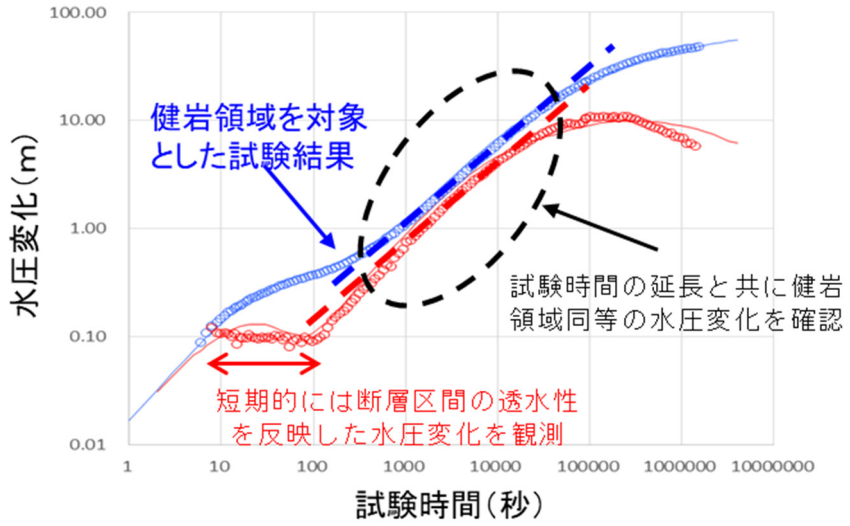


図２．Ａ ― ６ 断層区間を対象とした長期水理試験と健岩領域の水理試験結果の比較
短期的には断層区間の高い透水性のみが取得されているが、時間が経つと健岩領域と同様の透水性が取得できることが確認できた。

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数とする。		
指標目標値		
事業開始時（平成３０年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：―
中間評価時（令和元年度）		実績：１１件 Cl 同位体の拡散による拡散場の評価手法の提案や岩石コアの間隙水採取方法を比較し、間隙の影響を検討した結果を公表した。
終了時評価時（令和４年度予定）		実績：―

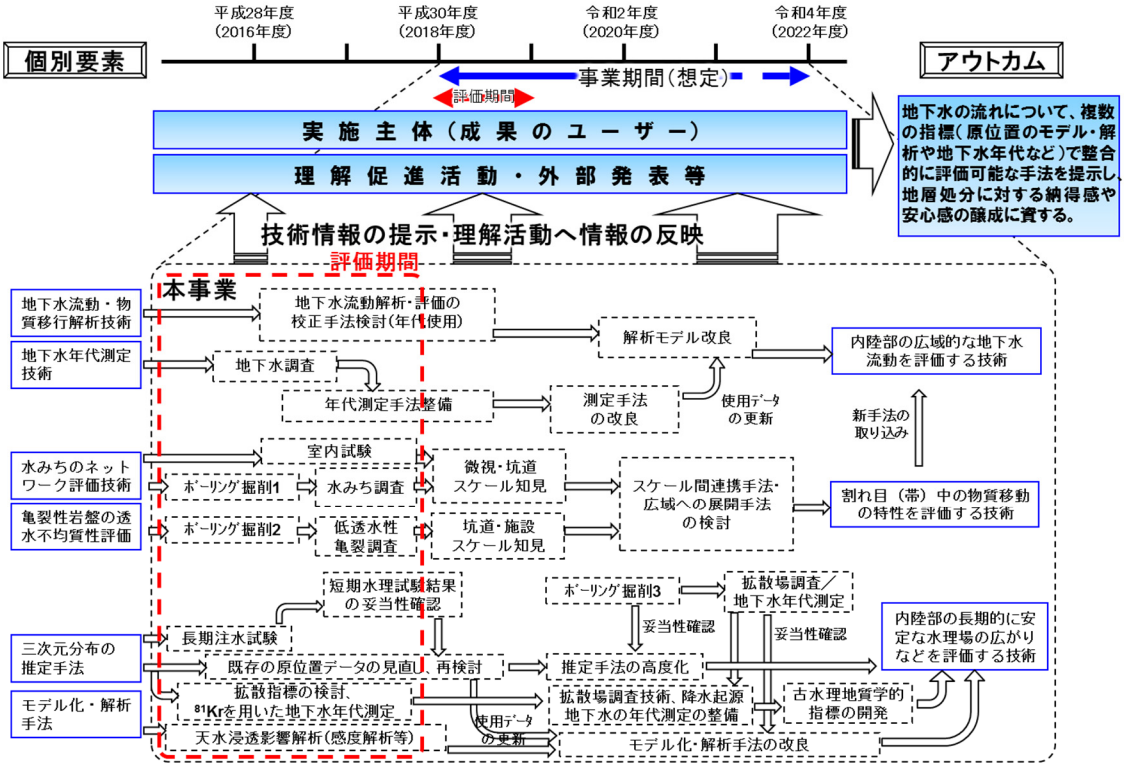
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
2	1	―	1	―	―	―

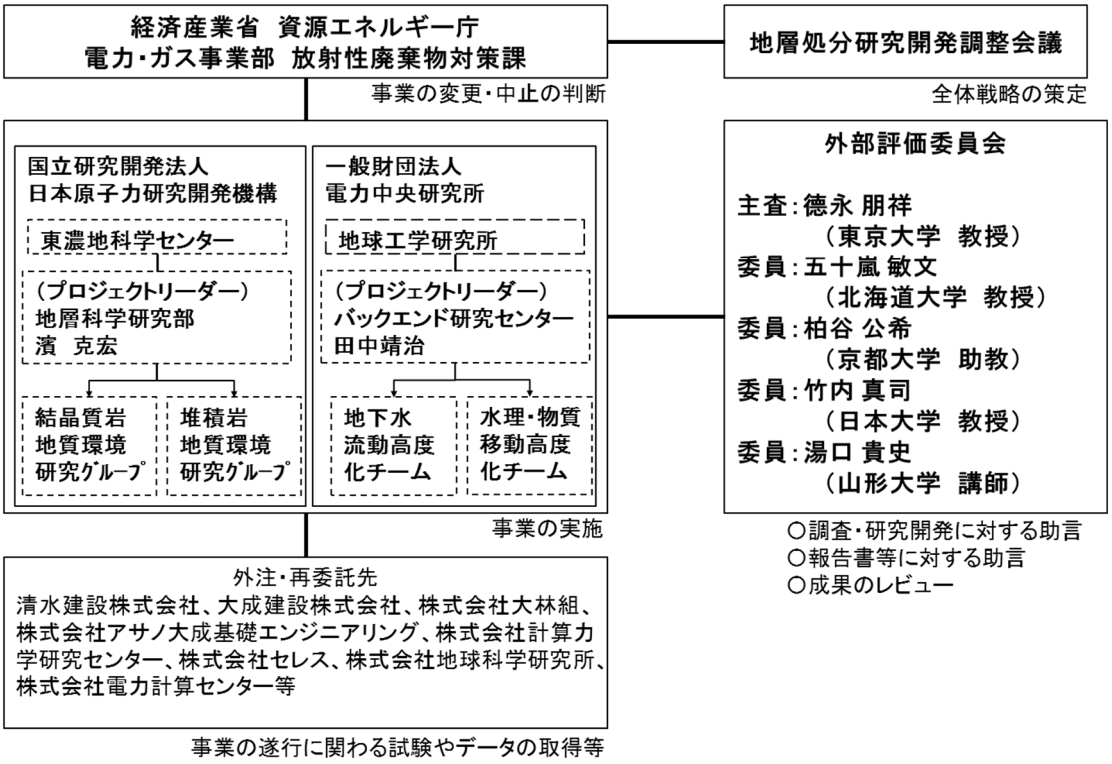
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、当該技術開発には 5.4 億円の国費を投入している。その中で 11 件の外部発表を実施している。事業開始年度であることから、アウトプット・アウトカムと照らし合わせても妥当であると考えられる。

③　個別技術開発：地質環境長期安定性評価確証技術開発

１．事業アウトカム

事業アウトカム指標		
【指標】 将来の自然現象に伴う地質環境の変動スケールを把握する技術等を開発する上で必要な検討項目数。 【設定理由・根拠等】 各種技術は、開発過程において、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある技術が開発され、これが地層処分に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。		
指標目標値		
事業開始時（平成２５年度）	計画： 事業終了時までに ４６項目	実績：－
中間評価時（平成２８年度）		実績：３７項目 個別の自然現象の相互関係を考慮した、将来の地質環境の変動スケールを明瞭に把握するための統合モデルを構築するフローについて検討した。
終了時評価時（令和元年度）		実績：４６項目 統合モデルを分かりやすく可視化する手法、及び不確実性を評価する手法について提示したとともに、各モデルの高度化に貢献する要素技術（化学分析・年代測定等）を提言・高度化した。

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

図２．Ａ ― ７のスケジュールに基づき、天然現象（例えば隆起・沈降など）により地質環境に生じる長期的な変化を三次元的にモデル化・解析評価する技術や、岩石の年代を精度良く評価する技術等の開発を実施した。

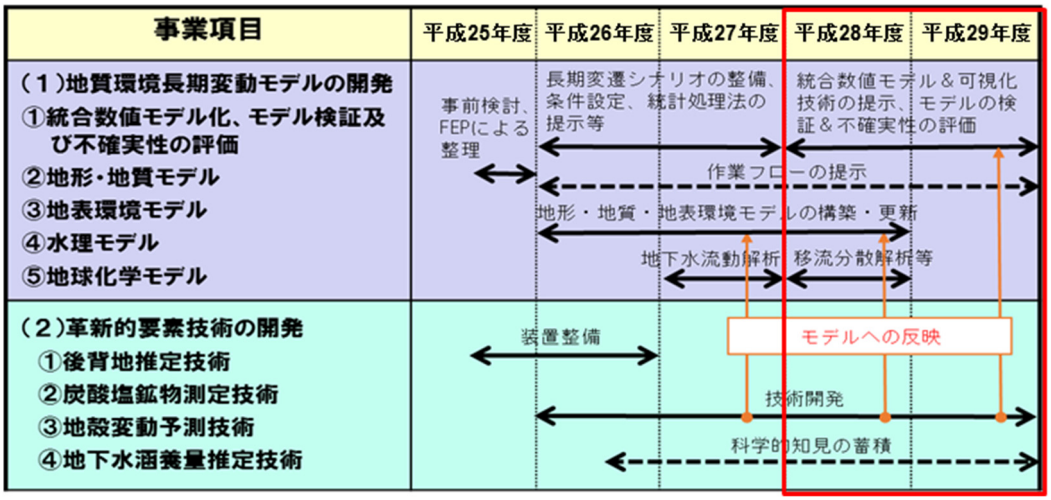


図２．Ａ ― ７ 全体スケジュール

【主な成果】

○山地や丘陵の隆起開始時期や形成過程を推定する技術（後背地解析；図２．Ａ ― ８）などの要素技術を整備するとともに、取得した長期的な変化に関わる情報をモデル化する方法論を提示した。

○長期的な時間変化の理解促進に向けて、モデル化した長期的な変化を可視化する技術を例示する（図２．Ａ ― ９）とともに、モデル個々の不確実性を評価する手法を提示した。

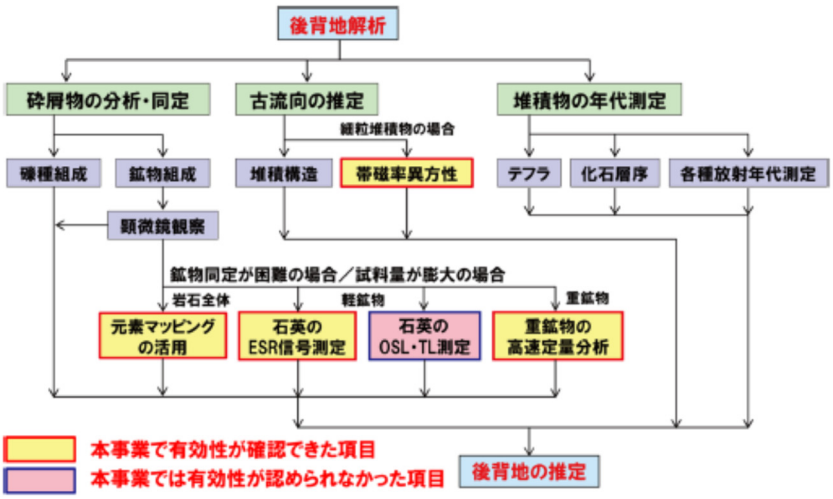


図２．Ａ ― ８ 整備した後背地解析技術の流れ

東濃地域及び幌延地域を例として技術の適用性確認し、その適用範囲を明らかにした。

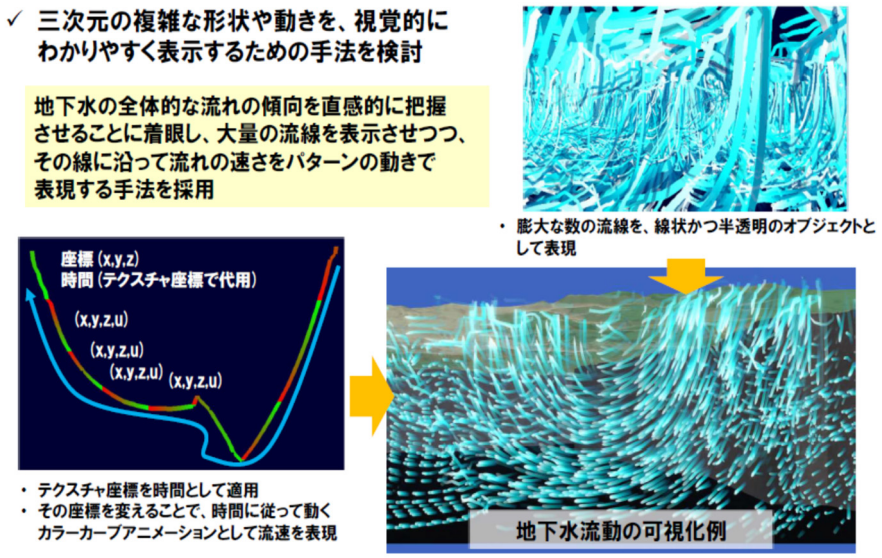


図２．Ａ ― ９ 地下水流動解析結果の可視化の例

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数とする。		
指標目標値		
事業開始時（平成２５年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：－
中間評価時（平成２８年度）		実績：１９件 個別の分野のモデルを始めから終わりまで通貫した統合モデルを構築するフローを提示した。
終了時評価時（令和元年度）		実績：７８件（合計） 統合モデルを分かりやすく可視化する手法を提示するとともに、モデルの高度化のため個別要素技術として、山地の形成過程を復元するための新しい分析技術等を提示した。

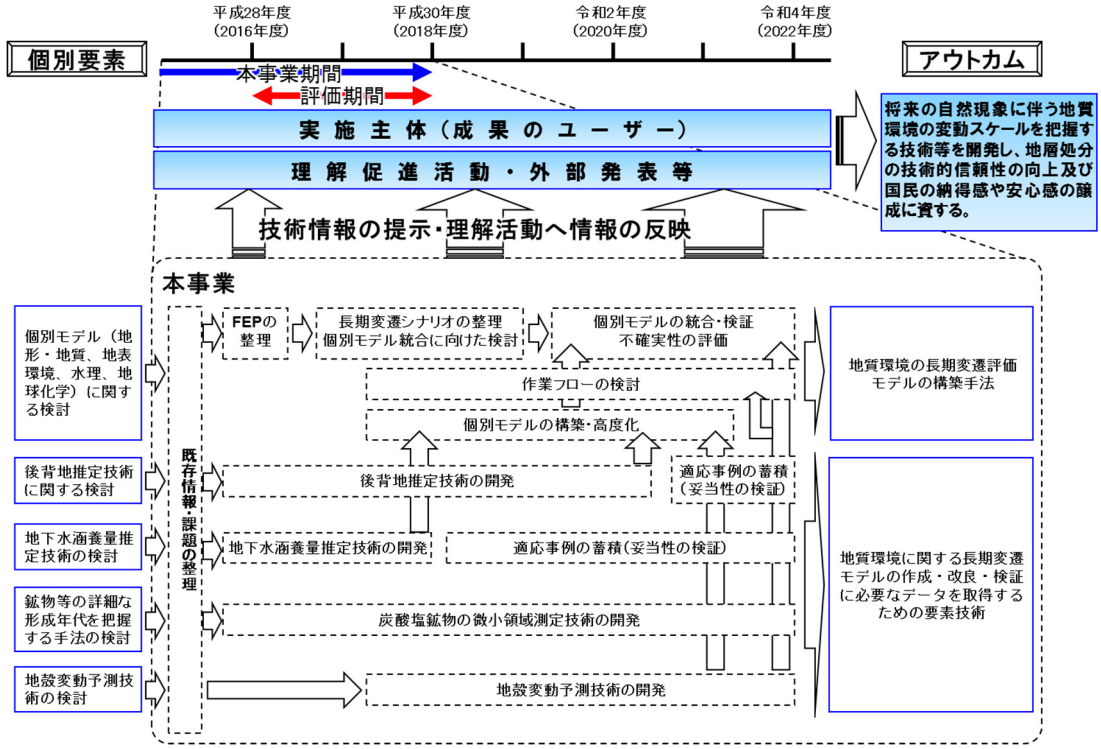
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
9	―	―	―	―	―	―

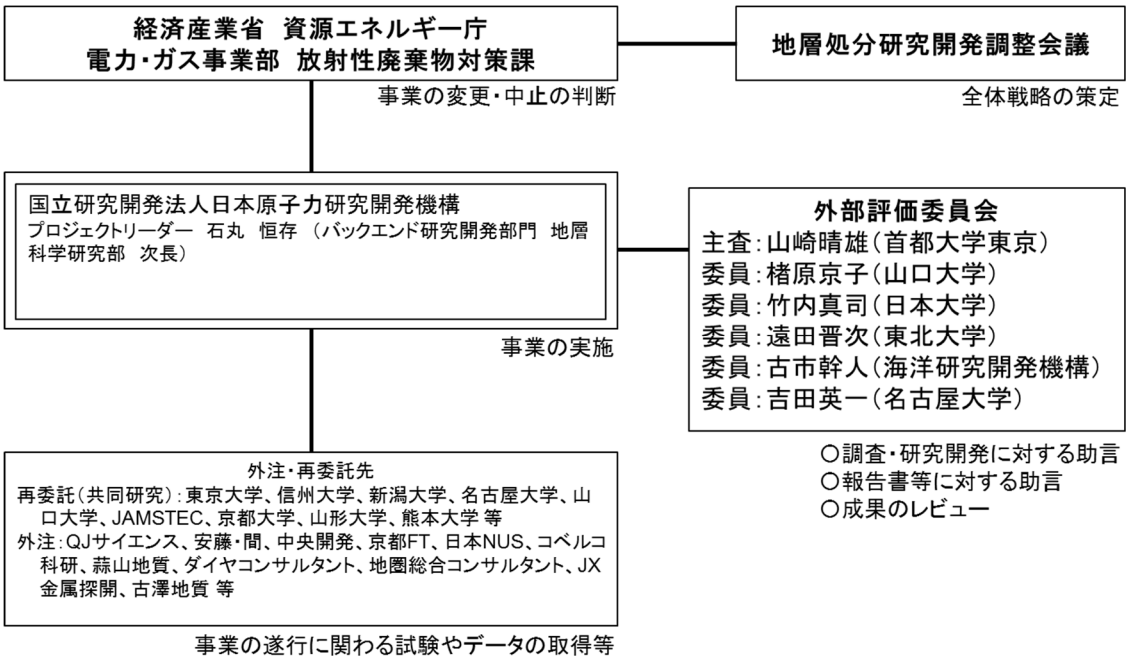
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、当該技術開発には 4.4 億円の国費を投入している。その中で 78 件の外部発表を実施しており、アウトプット・アウトカムと照らし合わせても妥当であると考えられる。

④ 個別技術開発：地質環境長期安定性評価技術高度化開発

１．事業アウトカム

<table>
<tr><td colspan="3">事業アウトカム指標</td></tr>
<tr><td colspan="3">【指標】
地質環境に生じる緩慢な長期的変化を三次元的に評価する技術等を開発する上で必要な検討項目数。

【設定理由・根拠等】
各種技術は、開発過程において、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある技術が開発され、これが地層処分に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。</td></tr>
<tr><td colspan="3">指標目標値</td></tr>
<tr><td>事業開始時（平成３０年度）</td><td rowspan="3">計画：
事業終了時までに
５０項目</td><td>実績：－</td></tr>
<tr><td>中間評価時（令和元年度）</td><td>実績：５項目
火山・火成活動や地震・断層活動等の長期的変化を三次元的に評価するための、各学術分野における最新の研究の適用性を検討した。また、幅広い時空間スケールで隆起・侵食速度を評価するための個別要素技術の適用性を検討した。</td></tr>
<tr><td>終了時評価時（令和４年度予定）</td><td>実績：－項目</td></tr>
</table>

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

図２．Ａ ― １０のスケジュールを基本として、地層処分に適した地質環境の選定に係る自然現象の影響を把握するために必要な研究課題に対して、各学術分野における最新の研究を踏まえた技術の適用による事例研究を通じて、課題の解決に必要な知見の蓄積や調査・評価技術の高度化を総合的に進める。

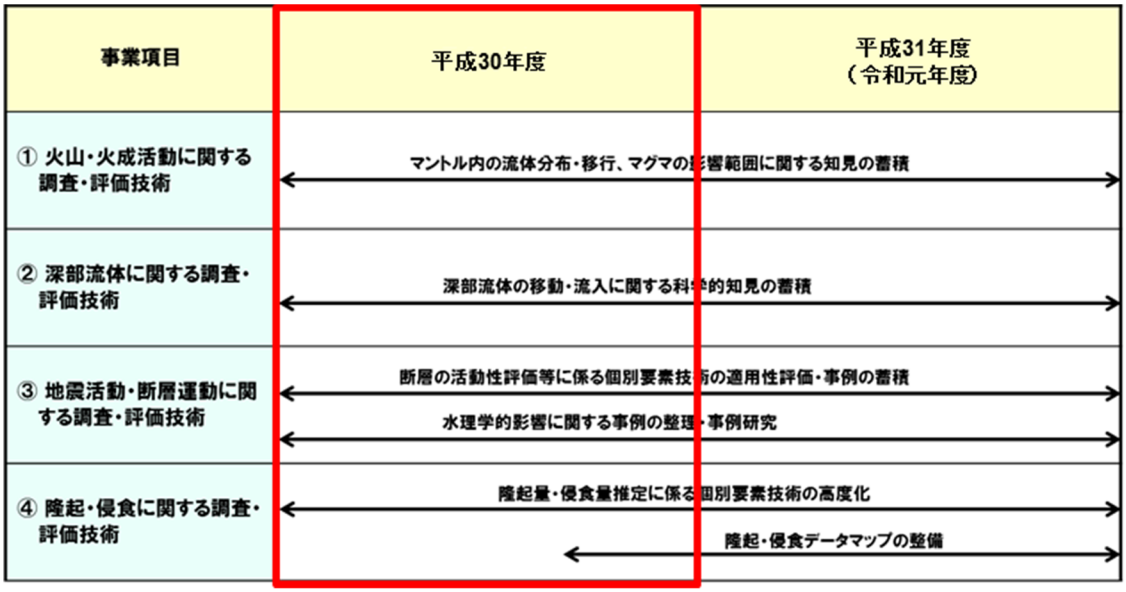


図２．Ａ ― １０ 全体スケジュール

【主な成果】

○火山・火成活動における溶融部（マグマ）や深部流体の範囲等の把握に向けて、従来の地質学的手法に加え、電磁探査（MT 法；図２．Ａ ― １１）、地震波トモグラフィ、GNSS 観測などの地球物理学的手法を適用することにより、従来よりも深い深度かつ詳細な時間の制度で地殻変動の変化速度を示せるようになった。

○幅広い時空間スケールでの隆起・侵食速度の評価手法として、熱年代測定手法や宇宙線生成核種年代測定手法等の個別要素技術の適用性を検討し、特に、ボーリングコア試料に熱年代測定を適用することでの侵食量を定量的に評価できる見通しを得た（図２．Ａ ― １２）。

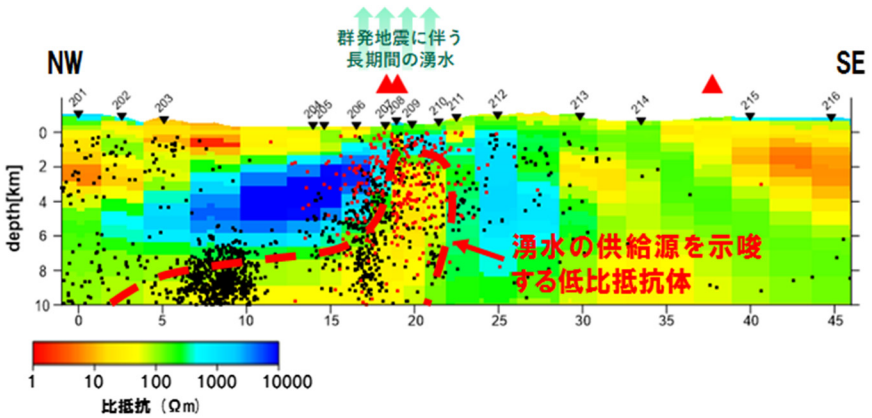


図２．Ａ ― １１ 群発地震の活動域における二次元比抵抗構造

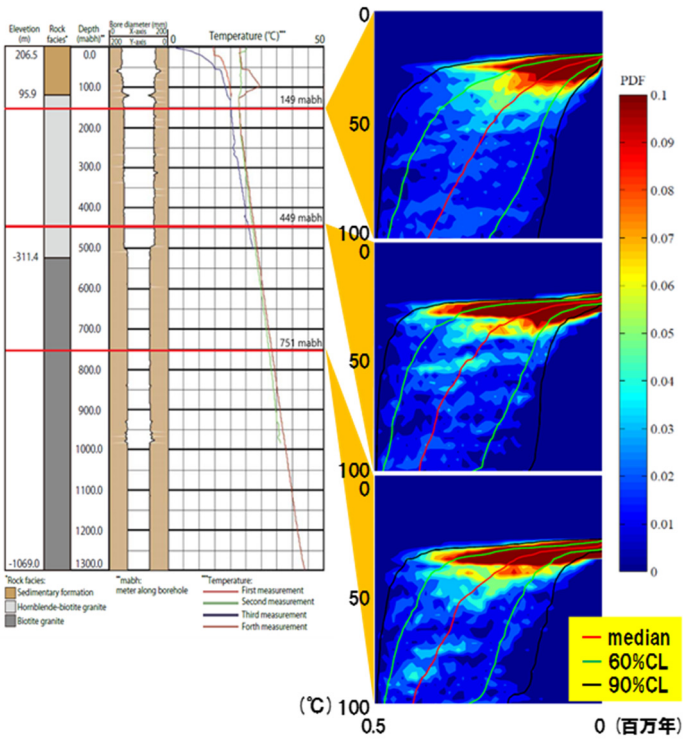


図２． Ａ ― １２ 熱年代測定法を大深度ボーリングコア試料に適用した例

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数とする。		
指標目標値		
事業開始時（平成３０年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：―
中間評価時（令和元年度）		実績：５件 成功した熱年代学的手法による隆起・侵食の緩慢な地域を対象とした侵食量を定量的に評価する技術などについて発表した。
終了時評価時（令和４年度予定）		実績：―

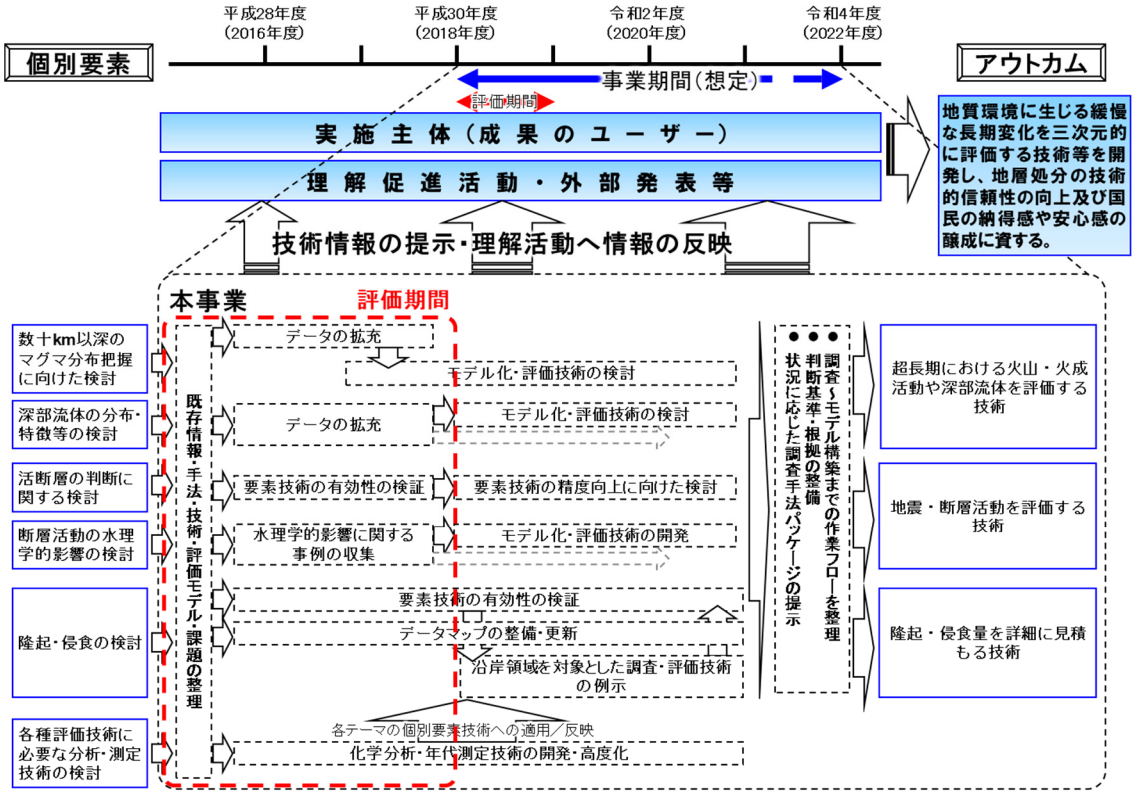
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
―	―	―	―	―	―	―

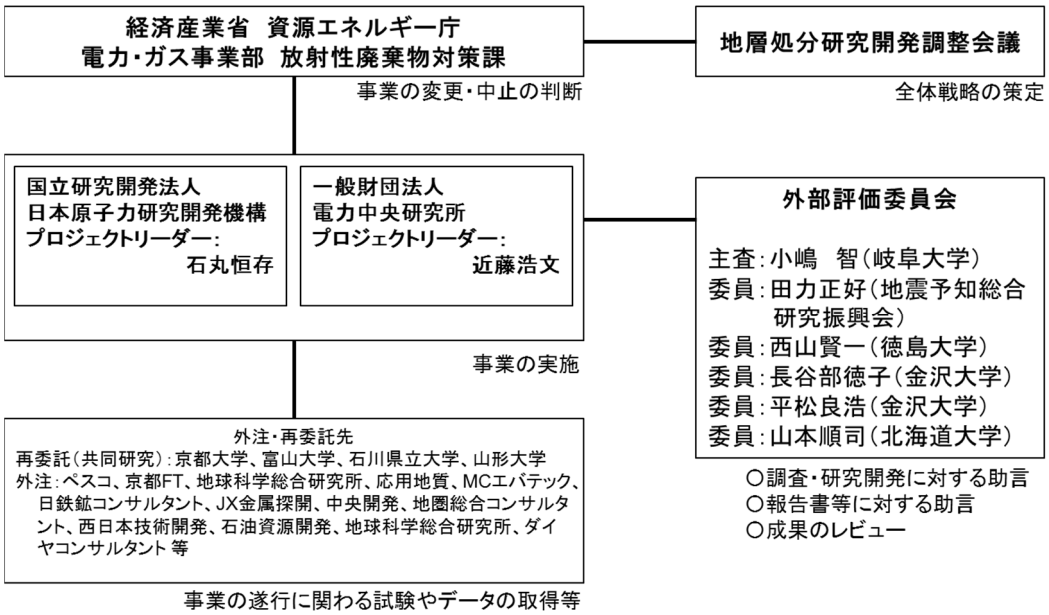
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３． 当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、当該技術開発には 3.3 億円の国費を投入している。その中で、事業開始年度ではあるが５件の外部発表を実施しており、アウトプット・アウトカムと照らし合わせても妥当であると考えられる。

⑤ 個別技術開発：処分システム評価確証技術開発

１．事業アウトカム

事業アウトカム指標		
【指標】 地層処分事業における処分場設計や性能評価技術の確証を得る上で必要な検討項目数。 【設定理由・根拠等】 各種技術は、開発過程において、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある技術が開発され、これが地層処分に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。		
指標目標値		
事業開始時（平成２５年度）	計画： 事業終了時までに 70 項目	実績：－
中間評価時（平成２８年度）		実績：59 項目 現象理解を反映したより精緻なモデルの開発及び過酷事象の概念構築・シナリオ構築を実施した。
終了時評価時（令和元年度）		実績：70 項目 原位置等の評価確証や複合現象・核種移行の体系的評価を実施することで、核種移行を評価するための先端技術を構築した。 また、評価モデルの改良・高度化を実施することで過酷事業の地層処分システムへの影響に関する評価確証技術を構築した。

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

図２．Ａ－１３のスケジュールに基づき、安全評価の信頼性を向上させるため、地下研究施設等を利用した試験を通じて人工バリア及びその周辺岩盤（ニアフィールド）で生じる複雑な現象を考慮できる評価モデルの確証等を実施した。

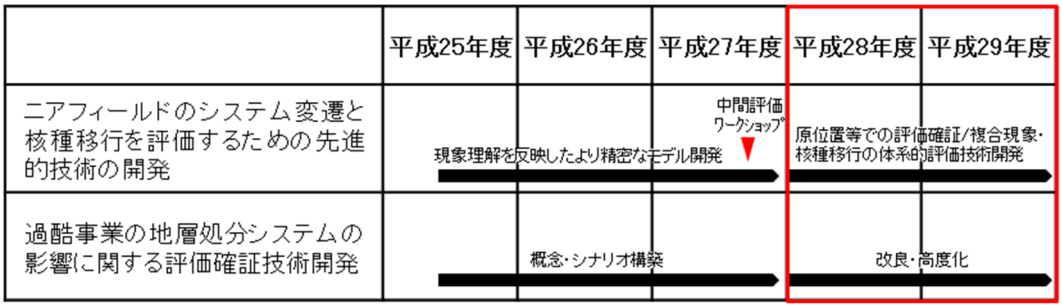


図２．Ａ－１３ 全体スケジュール

【主な成果】

ニアフィールドにおいて発生する複合的な現象が核種移行に与える影響（図２．Ａ－１４）について検討し、以下の成果を得た。

○実際の地下環境で実施された実規模の人工バリア性能確認試験で得られた、人工バリア内の温度・水分・応力の変化について、構築した熱―水―応力連成解析コードにより再現できることなどを提示した（図２．Ａ－１５）。

○過酷事業の影響評価技術として、人工バリアの４０分の１スケールでの断層模型実験を行い、断層が処分施設に直撃した際の健全性を評価する解析手法等を開発した（図２．Ａ－１６）。

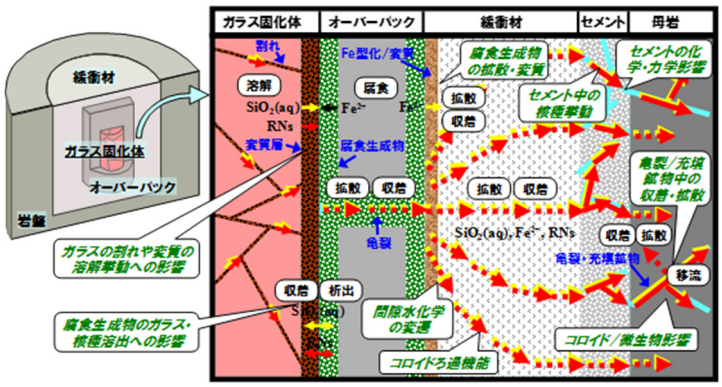


図２．Ａ ― １４ ニアフィールドにおいて時間的変遷に伴い発生する現象（図中吹き出し）と核種移行経路（図中矢印）の概念図

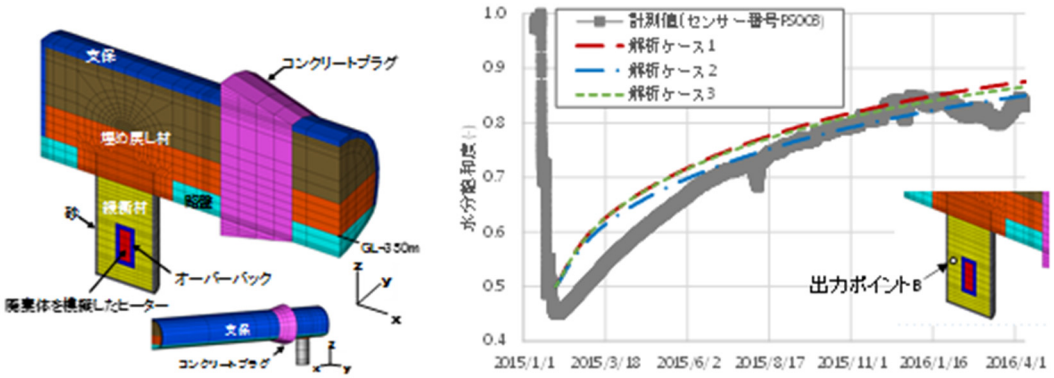


図２．Ａ ― １５ 人工バリア性能確認試験に対する熱―水―応力連成解析モデル体系（左図）と測定―解析結果の比較例（右図）

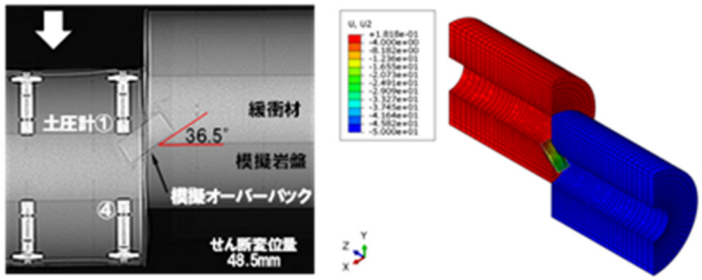


図２．Ａ ― １６ 断層模型せん断衝突実験の結果と再現解析の例

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数とする。		
指標目標値		
事業開始時（平成２５年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：－
中間評価時（平成２８年度）		実績：８件 核種の堆積岩中の拡散挙動や収着挙動に関する成果等を公表した。
終了時評価時（令和元年度）		実績：５４件（合計） 核種の人工バリア材料に対する収着挙動や人工バリアの長期挙動評価モデルの開発成果等を公表した。

＜共通指標実績＞

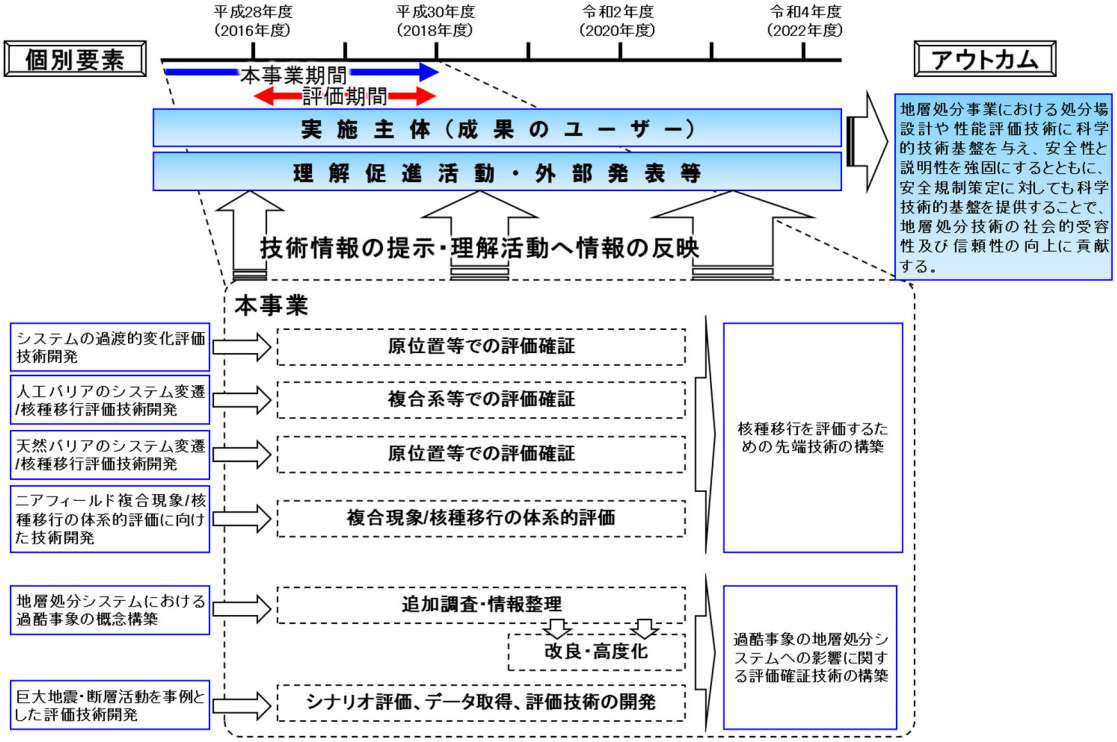
論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
１０	１※	―	―	―	―	２※※

※　：ＮＵＭＯ包括的技術報告書（レビュー版）において、本事業の報告書が引用されている。
※※：核種移行を評価するための先端技術及び過酷事象の地層処分システムへの影響に関する評価確証技術２件のプロトタイプを作成。

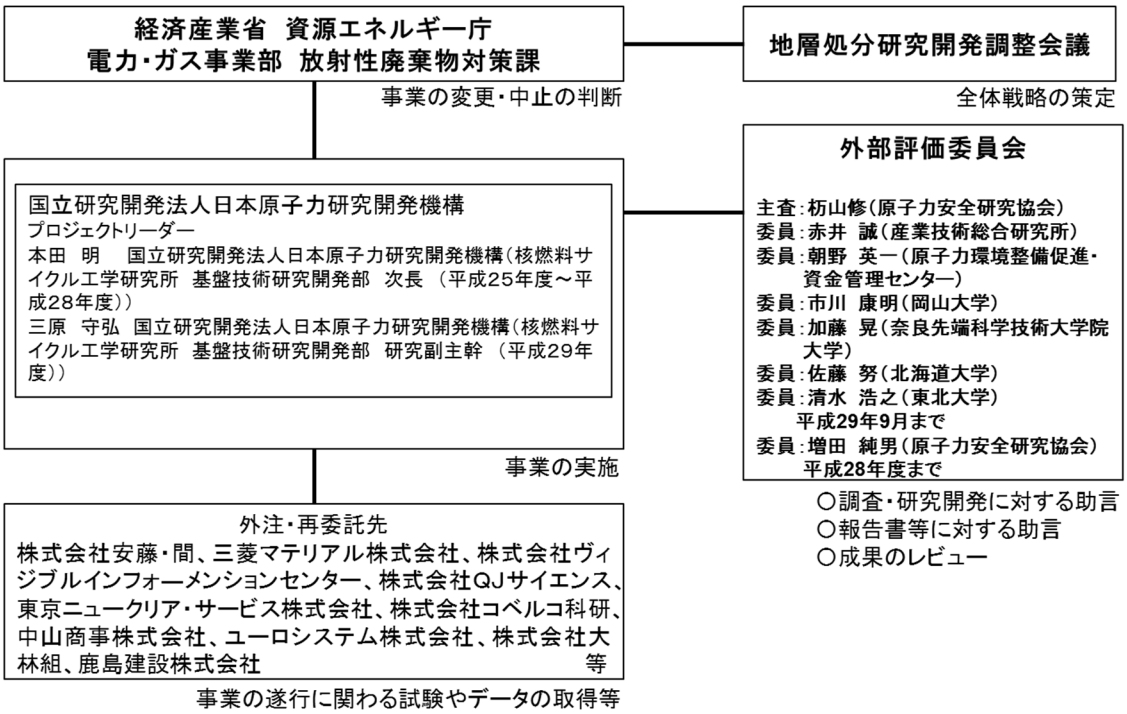
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、当該技術開発には 9.1 億円の国費を投入している。その中で 46 件の外部発表を実施しており、アウトプット・アウトカムと照らし合わせても妥当であると考えられる。

⑥ 個別技術開発：ニアフィールドシステム評価確証技術開発

１．事業アウトカム

事業アウトカム指標		
【指標】 人工バリア及びその周辺岩盤の領域（ニアフィールド）で生じる複雑な現象を考慮できる評価モデルの構築やその確証に必要なデータの取得等を実施する上で必要な検討項目数。 【設定理由・根拠等】 各種技術は、開発過程において、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある技術が開発され、これが地層処分に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。		
指標目標値		
事業開始時（平成３０年度）	計画： 事業終了時までに 40 項目	実績：－
中間評価時（令和元年度）		実績：８項目 日本の地質環境の特徴やニアフィールド環境の長期変遷を考慮した評価に必要なデータ取得・モデル開発等を実施した。
終了時評価時（令和４年度予定）		実績：―

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

図２．Ａ ― １７のスケジュールを基本として、廃棄体定置後の過渡的な時期から閉鎖後長期にわたる期間を対象に、ニアフィールド（人工バリアとその近傍の岩盤）環境の長期変遷を考慮したより現実的な評価技術を整備する。

	H30	H31/R1
ニアフィールド環境変遷に係る個別評価技術の開発	人工バリアの個別現象データ取得・モデル高度化	人工バリアの個別現象データ拡充・モデル検証
ニアフィールド環境変遷を考慮した核種移行評価技術の開発	核種移行データ取得・モデル開発	原位置等データの取得・モデルの適用性評価
ニアフィールド性能の総合評価技術開発	開発アプローチ・プロトタイプ化	試解析・システム開発課題の抽出

図２．Ａ ― １７ 全体スケジュール

【主な成果】

○幅広い地下環境に応じた核種移行評価に向けて、高炭酸条件での岩石中の核種移行データ取得手法を整備した上で、Am 及び Th のイライトへの収着データ等を取得するとともに、収着分配係数が低下する傾向とその収着モデルによる再現可能性を明らかとした（図２．Ａ ― １８）。

○実際の地下環境を活用した実証研究の準備として試験環境の整備、試験孔の湧水量測定を行い、図２．Ａ ― １９の原位置試験イメージに沿って試験装置を設計した。

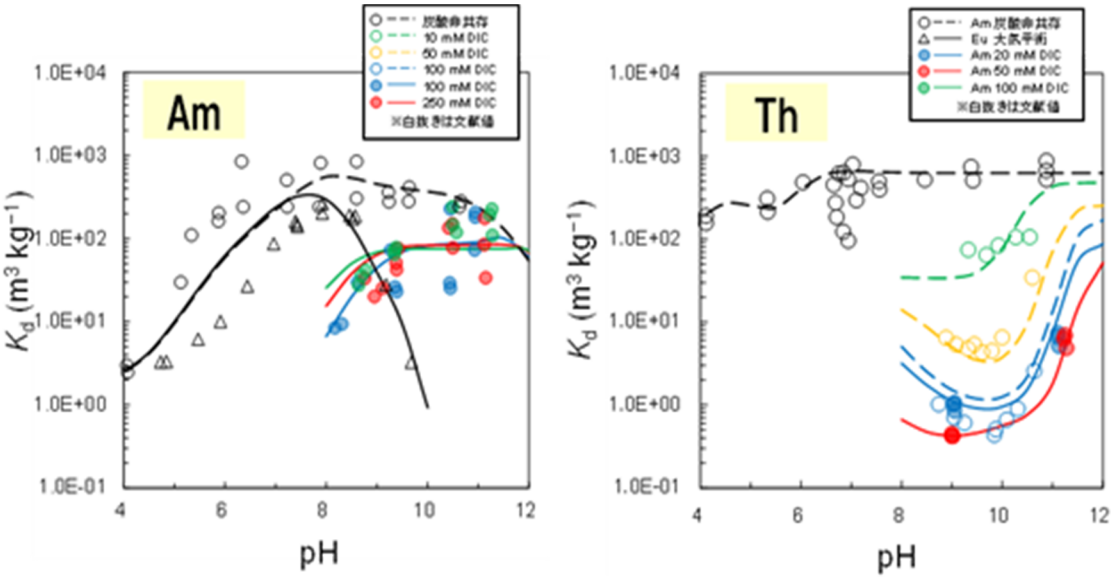


図２．Ａ ― １８ 炭酸条件でのイライトへの収着データ（点）とモデル評価結果（線）

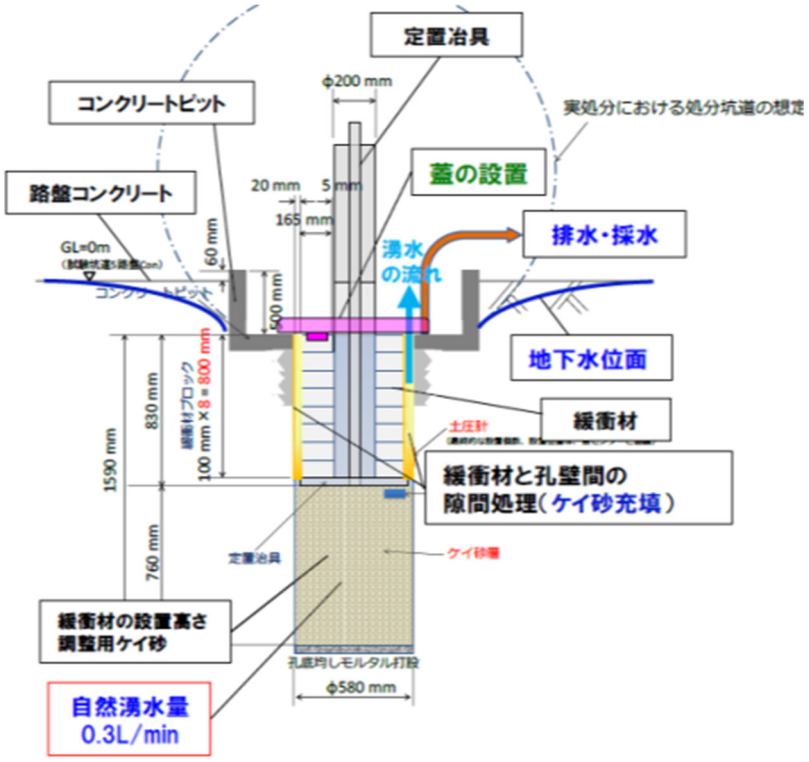


図２．Ａ ― １９ 原位置試験装置のイメージ（約１/５スケール）

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数とする。		
指標目標値		
事業開始時（平成３０年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：－
中間評価時（令和元年度）		実績：35 件 亀裂表面の変質が物質移行の遅延効果に与える影響の評価やニアフィールドの長期力学挙動モデルの開発などを公表した。
終了時評価時（令和４年度予定）		実績：―

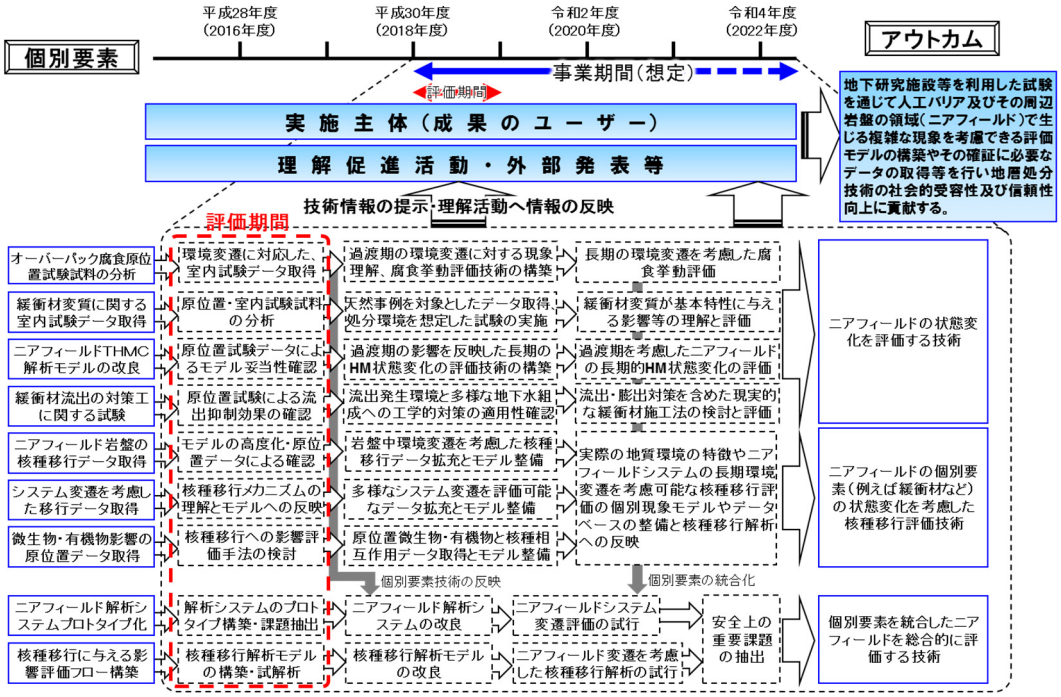
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
10	―	―	―	―	―	―

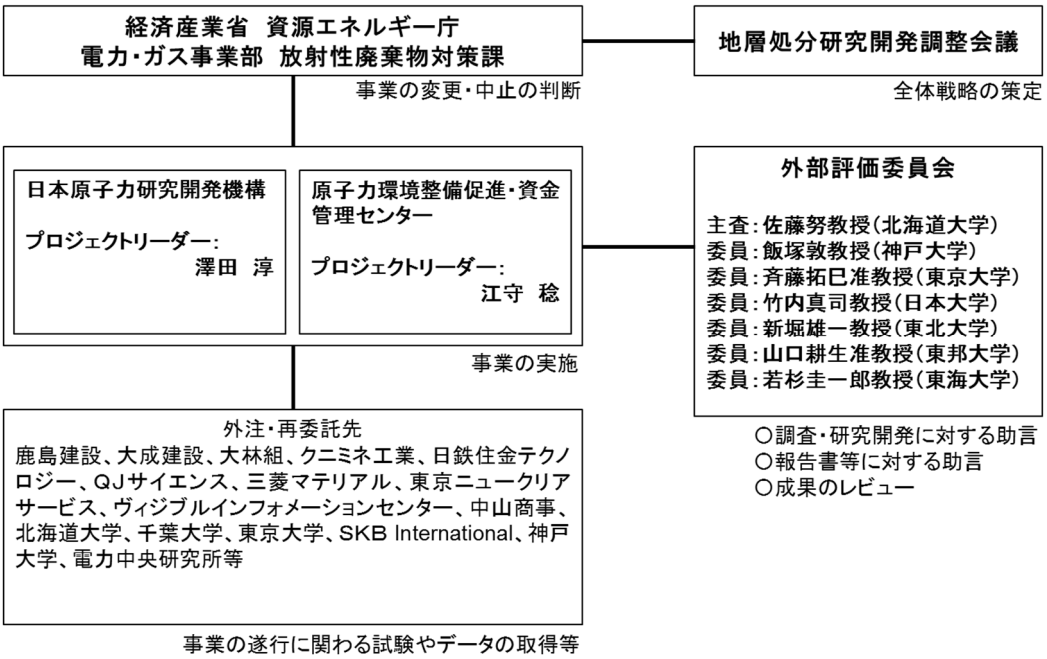
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、当該技術開発には 3.5 億円の国費を投入している。その中で、事業開始年度であるが国内外に向けた 35 件の外部発表を実施しており、アウトプット・アウトカムと照らし合わせても妥当であると考えられる。

⑦ 個別技術開発：処分システム工学確証技術開発

１．事業アウトカム

事業アウトカム指標		
【指標】 人工バリアの閉じ込め機能の長期健全性、適切なモニタリング方策や処分施設の操業中の安全性向上等を実現する上で必要な検討項目数。 【設定理由・根拠等】 各技術開発等を実現する上では、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある技術が開発され、これが地層処分に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。		
指標目標値		
事業開始時（平成２５年度）	計画： 事業終了時までに 31 項目	実績：－
中間評価時（平成２８年度）		実績：24 項目 各種試験を実施し必要なデータの取得・解析技術の妥当性の検証を実施した。
終了時評価時（令和元年度）		実績：31 項目 人工バリアの品質確保や健全性評価に関する民間規格等の策定に資する試験や解析のデータの取得、モニタリング計画の策定に資する技術情報の整備や無線技術の高度化を実施した。 また、自然災害に起因する火災事象を対象として、処分場の安全性に関する対策等を提示した。

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

図２．Ａ ― ２０のスケジュールに基づき、地層処分場の操業期間中における人工バリアの製作・施工技術及びモニタリング技術等の工学技術を、地下研究施設を活用して確証していくとともに、自然災害に対する操業期間中の工学的安全対策に関する基盤技術開発を実施した。

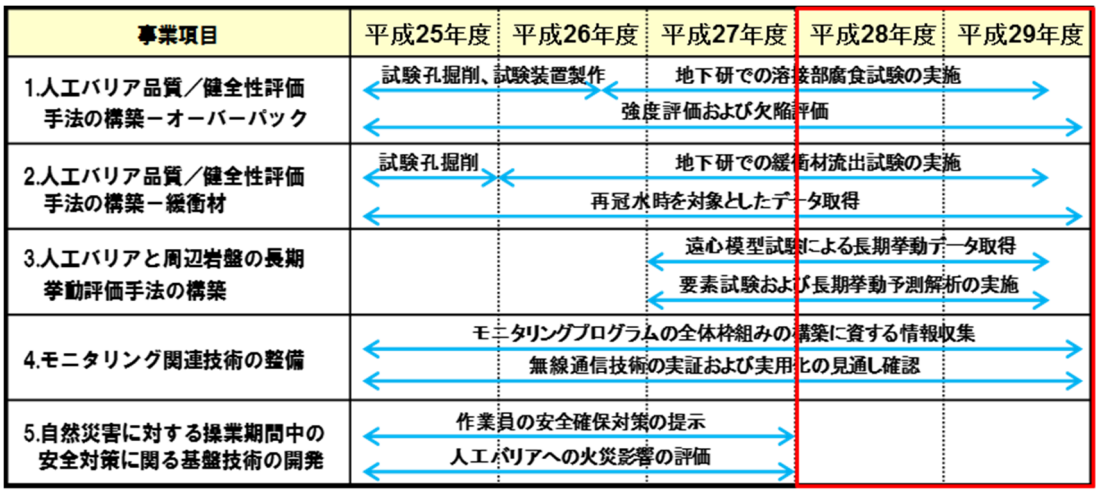


図２．Ａ ― ２０ 全体スケジュール

【主な成果】

○人工バリア等の長期的な変化を推定できる手法として、遠心模型試験を実施し、人工バリアと周辺岩盤の変遷挙動に関する 100 年間相当のデータ等を取得する（図２．Ａ ― ２１）とともに、長期挙動に影響するパラメータを整理した。

○諸外国のモニタリングプログラムについて調査を行った。また、モニタリング装置からのデータ転送の無線化に向けて、無線給電に関する室内試験等を実施し（図２．Ａ ― ２２）、給電効率等の試験結果を提示した。

○自然災害に起因する火災に着目し、地下及び地上施設を対象とした解析などを実施し、想定した厳しい火災条件でも放射性物質の放出が生じない（オーバーパックが破損しない；図２．Ａ ― ２３）ことを提示した。

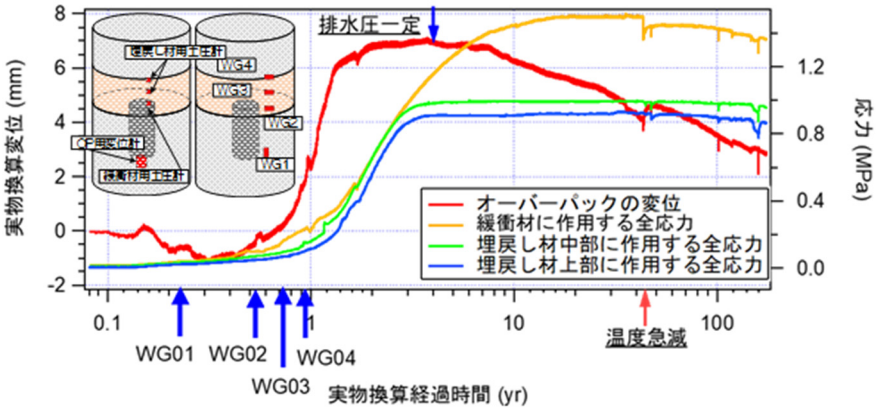


図２．Ａ ― ２１ 遠心模型試験の結果（１００年相当のデータを取得）

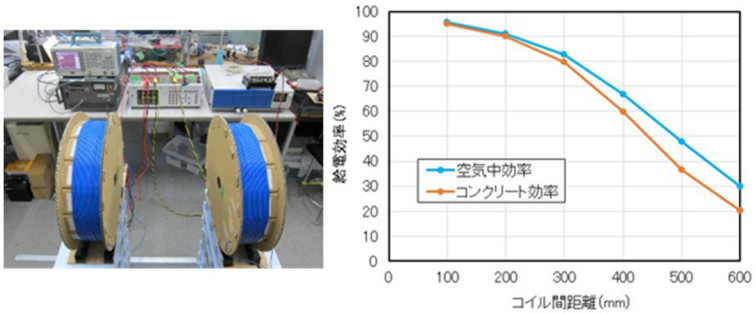


図２．Ａ ― ２２ 無線給電に関する室内試験と遮蔽物による給電効率に関する試験結果

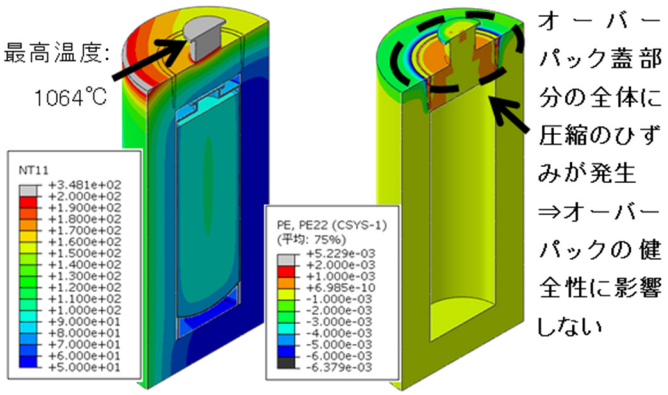


図２．Ａ ― ２３ 火災を想定した温度状況でのオーバーパックのひずみ分布の解析結果

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数とする。		
指標目標値		
事業開始時（平成２５年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：－
中間評価時（平成２８年度）		実績：27 件
終了時評価時（令和元年度）		実績：52 件（合計） オーバーパック溶接部の腐食及び破壊評価手法、人工バリアと周辺岩盤の長期挙動評価や電磁波を用いた長距離無線伝送及び無線給電装置のコイル設計のためのスケール則等について報告した。

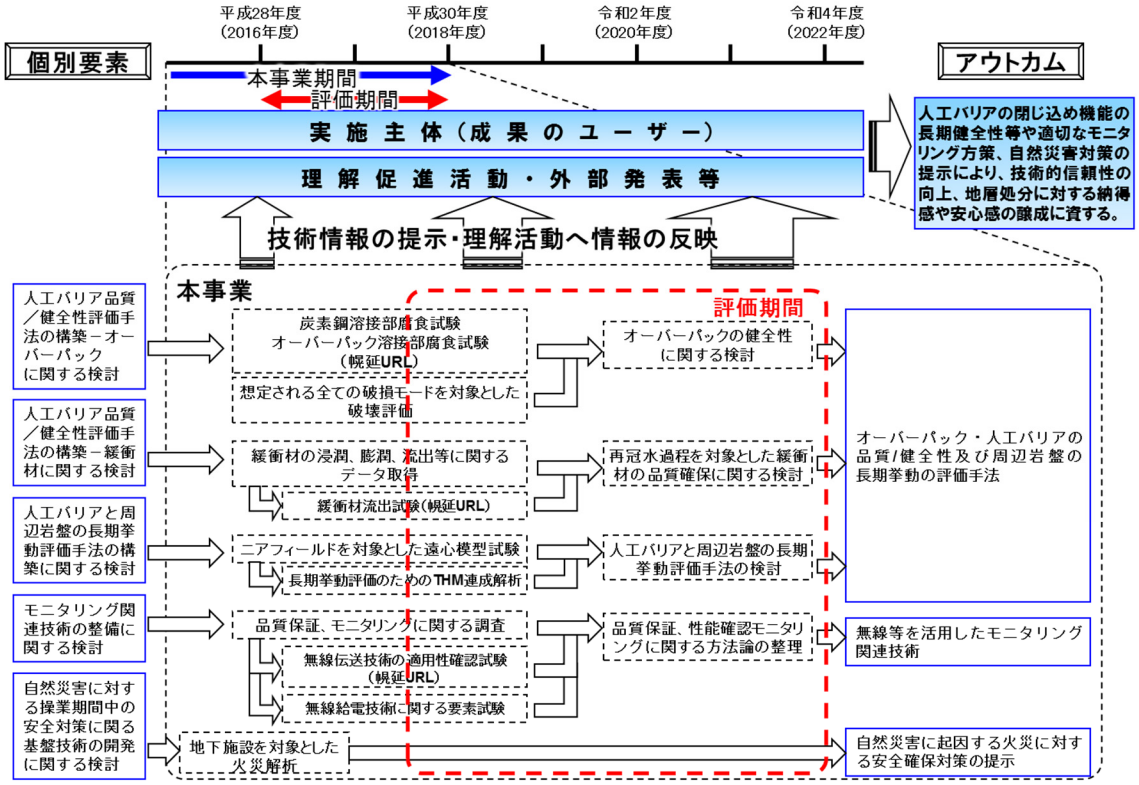
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
3	―	―	―	―	―	―

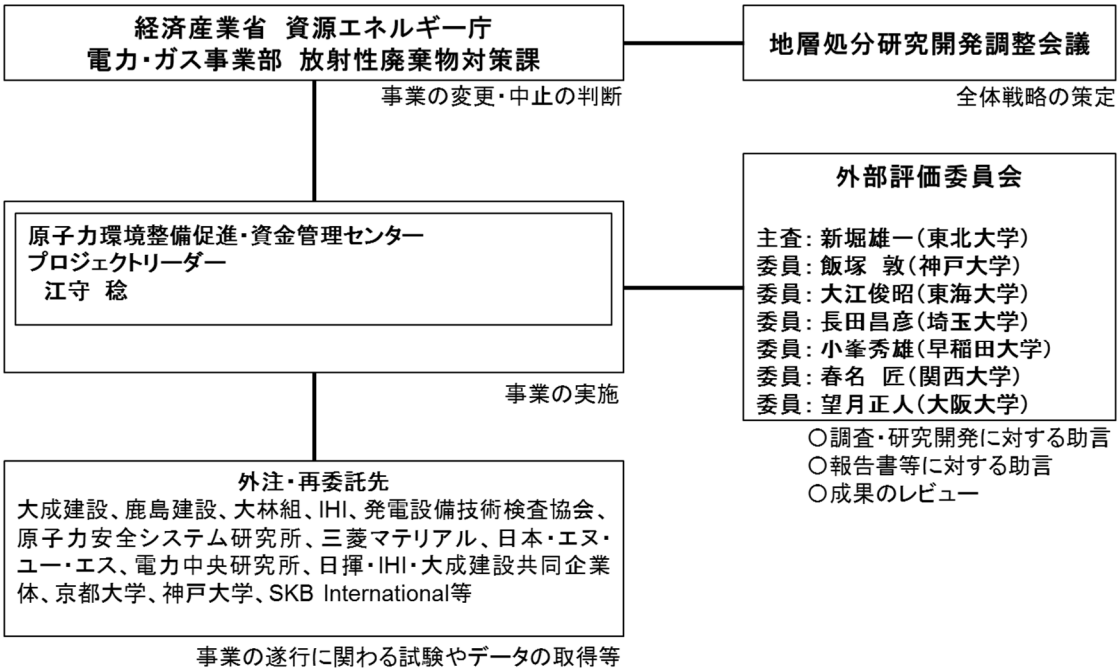
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、当該技術開発には 10.6 億円の国費を投入している。その中で 27 件の外部発表を実施しており、アウトプット・アウトカムと照らし合わせても妥当であると考えられる。

⑧ 個別技術開発：地層処分施設閉鎖技術確証試験

１．事業アウトカム

事業アウトカム指標		
【指標】 実際の地下坑道等を活用し、坑道閉鎖時に坑道が核種の移行経路とならない埋め戻し方法の開発並びにその確証を得る上で必要な検討項目数。 【設定理由・根拠等】 各種技術は、開発過程において、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある技術が開発され、これが地層処分に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。		
指標目標値		
事業開始時（平成３０年度）	計画： 事業終了時までに 30 項目	実績：―
中間評価時（令和元年度）		実績：６項目 実際の地下坑道を対象に試行的に吹付け工法による埋め戻しを実施した。掘削土（岩種）が埋め戻し材料としてのベントナイトに与える影響評価に向けた検討を開始した。
終了時評価時（令和４年度予定）		実績：―

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

図２．Ａ ― ２４のスケジュールを基本として、処分場の閉鎖後に坑道や掘削影響領域が水みちとなることを防止するためのプラグや埋め戻しなどの坑道シーリングに関する設計・性能評価技術の構築、施工オプションの整備や品質管理手法の高度化に資する基盤情報を整備する。

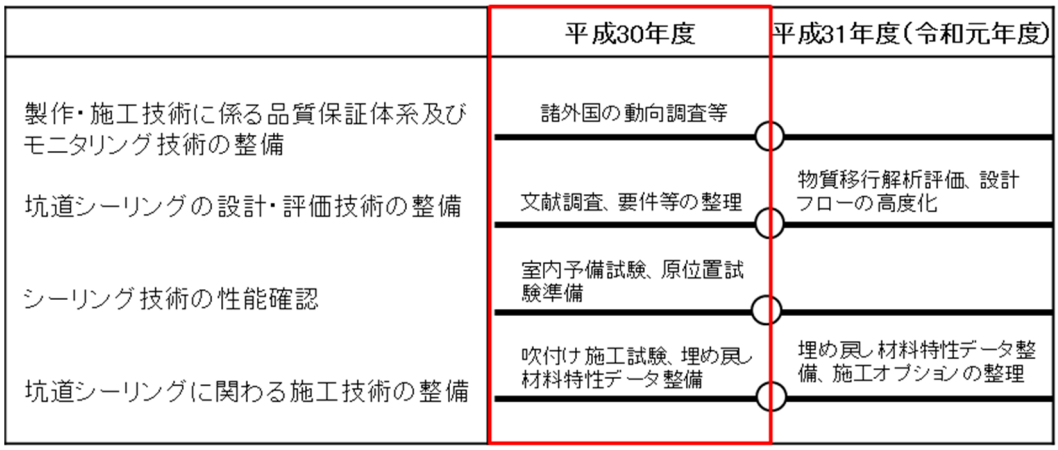


図２．Ａ ― ２４ 全体スケジュール

【主な成果】

○文献調査等により、諸外国で検討されているシーリングシステムに求める安全機能やそれに影響を及ぼす因子を整理した（図２．Ａ ― ２５）。

○地下500mの坑道を対象として、坑道全断面の吹付け工法による埋め戻し施工試験を実施し（図２．Ａ ― ２６）、吹付け工法による埋め戻しの実現性やその品質管理手法等を実証的に示した。また、多様な地質環境への対応に向けて、岩種の異なる掘削ズリ等を混合した場合の埋め戻し材料（ベントナイト）の特性データの取得を開始した。

本事業で設定する安全機能	諸外国が設定する安全機能			
	スウェーデン	フィンランド	スイス	フランス+
シーリング部において移流を抑制すること	移流の抑制 ・Limit advective transport[1]		シーリングシステムの構成要素に具体的な安全機能は設定されていない。	移流の抑制 ・Preventing water circulation[3]
		放射性核種の放出制限 ・Limit and retard radionuclide release in the possible event of canister failure[2]		放射性核種の放出制限 ・Limit release of radionuclides and immobilize them in the repository[3]
シーリング部において遅延性能を有すること	遅延 ・Sorb radionuclide[1]	遅延 ・Limit and retard radionuclide release in the possible event of canister failure[2]		遅延 ・Delay and attenuate migration of radionuclides[3]

+フランスはC廃棄物セルにおけるシーリングシステムに求める安全機能を記載

1) SKB (2011), TR-11-01,
2) POSIVA (2012), 2012-09,
3) Andra Dossier 2005 Argile

図２．Ａ ― ２５ 諸外国におけるシーリングシステムに求める安全機能

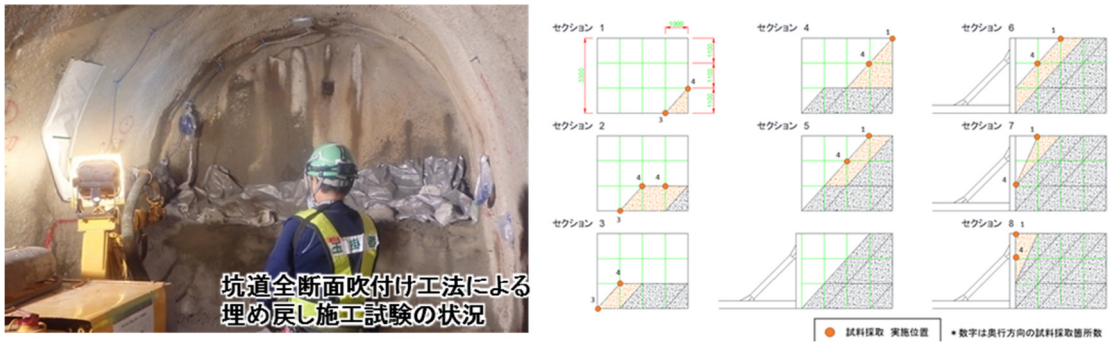


図２．Ａ ― ２６ 吹付け施工後の品質確認試料の採取箇所と試験の状況

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数とする。		
指標目標値		
事業開始時（平成３０年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：－
中間評価時（令和元年度）		実績：０件 事業開始１年目であり、試行的な現場試験や既存情報の整理・課題の抽出に注力したため、外部発表はなし。
終了時評価時（令和４年度予定）		実績：―

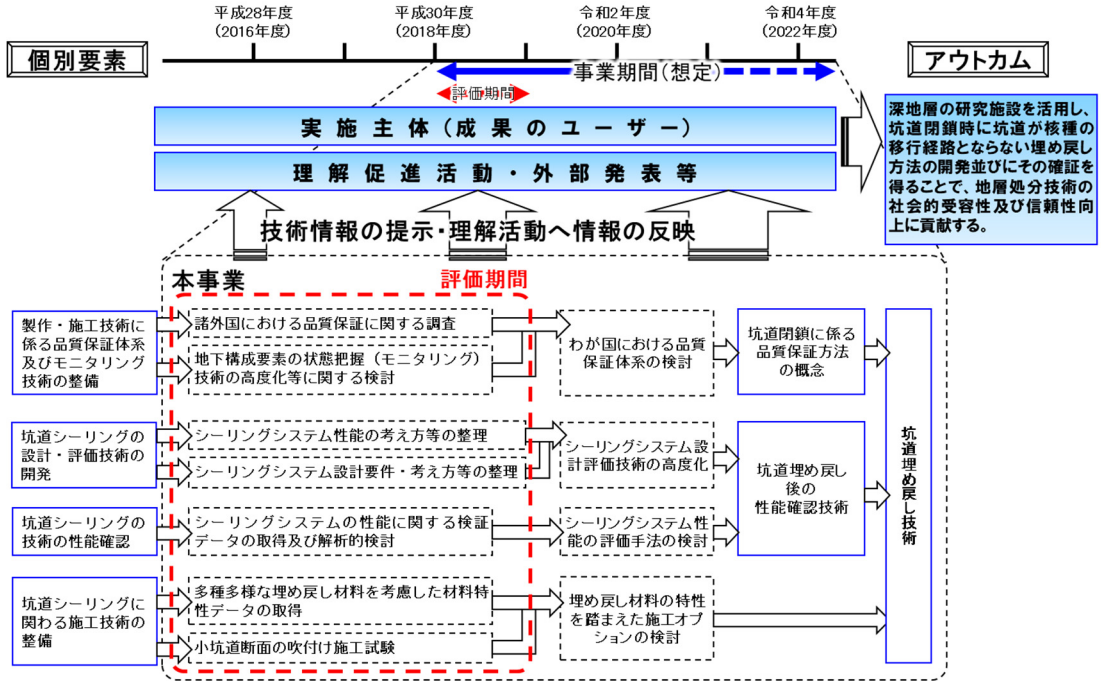
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
―	―	―	―	―	―	―

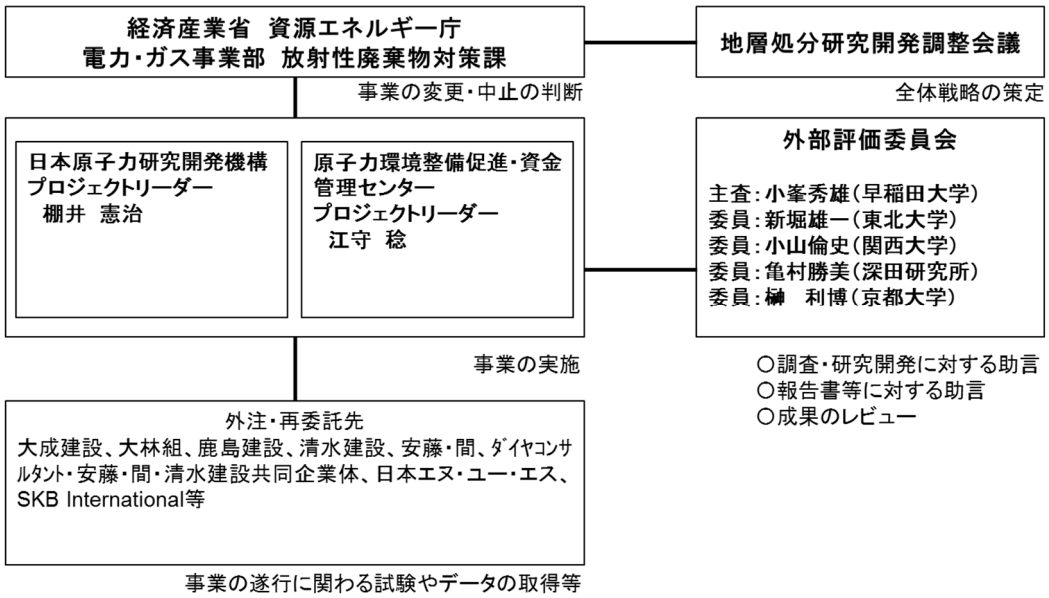
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、当該技術開発には 5.2 億円の国費を投入している。しかし、開始年度ということもあり、外部発表はないが、地下坑道内での原位置埋め戻し試験が進められており、着実な成果が得られる見込みがあり、アウトカム・アウトプットと照らし合わせても妥当であると考えられる。

⑨ 個別技術開発：沿岸部処分システム高度化開発

１．事業アウトカム

事業アウトカム指標		
【指標】 沿岸部の特性に関連する課題の解決に向けた取組を着実に進める上で必要な検討項目数。 【設定理由・根拠等】 課題解決の過程においては、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある技術が開発され、これが地層処分に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。		
指標目標値		
事業開始時（平成２７年度）	計画： 事業終了時までに 45 項目	実績：―
中間評価時（平成２８年度）		実績：18 項目 沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会の取りまとめを受け、既存資料や既往の研究実績をまとめて、事業計画を策定した。
終了時評価時（令和元年度）		実績：45 項目 地質環境分野においては、沿岸域特有の調査技術を取りまとめ、工学技術分野では塩水環境下の実験データを蓄積し、沿岸部における安全評価モデルの構築も実施した。

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

図２．Ａ ― ２７のスケジュールを基本として、沿岸部においては、塩水の影響などの沿岸部固有の環境が想定され、特有の地質環境調査技術・工学設計技術・安全評価技術が求められる。本事業では、概要調査段階で必要となる分野連携を踏まえた技術のシステム（化）開発を実施した。

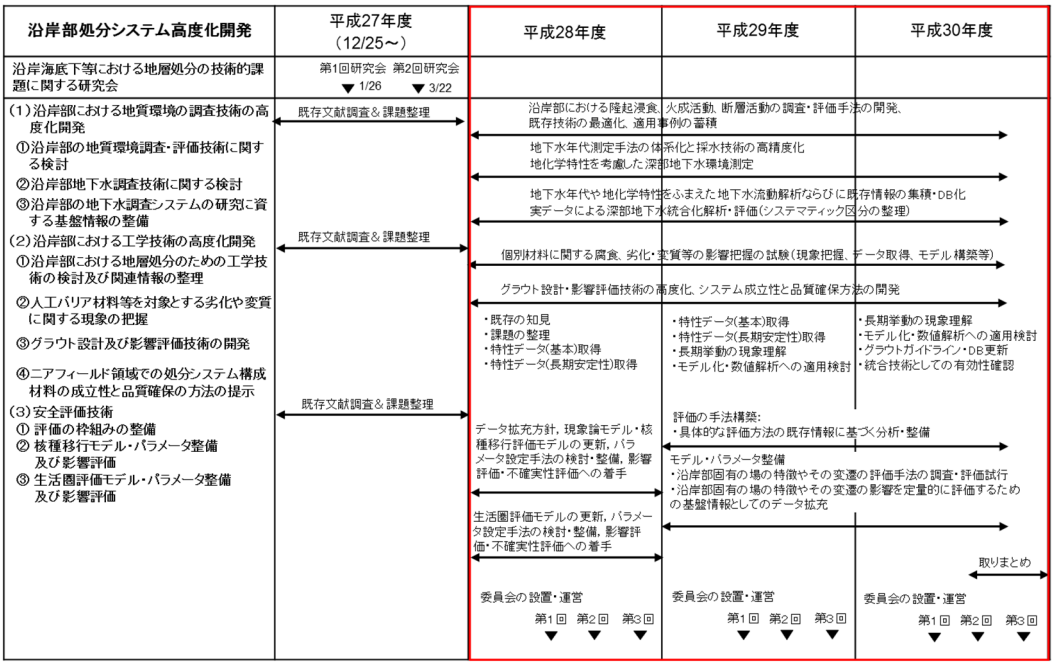


図２．Ａ ― ２７ 全体スケジュール

【主な成果】

○沿岸部に特化した隆起・侵食、断層、火山の調査・評価手法を提示した。加えて、国内 113 箇所の深部地下水の採取・分析・流動解析の結果、沿岸の地下環境は、地下水の水質が層状に分布していることを明らかにするとともに、幌延地域周辺の事例研究として深度５７０ｍ以深の地下水は安定性が高いことを示した（図２．Ａ ― ２８）。

○沿岸部の地下水の水質を考慮して、オーバーパックの腐食試験を行った結果、水質と腐食形態の定量的な関係を把握できたとともに、新たに品質を改良した材料（品質改良材料）を用いることでオーバーパックの溶接部の局所的な腐食を抑制することができる見通しが得られた（図２．Ａ ― ２９）。

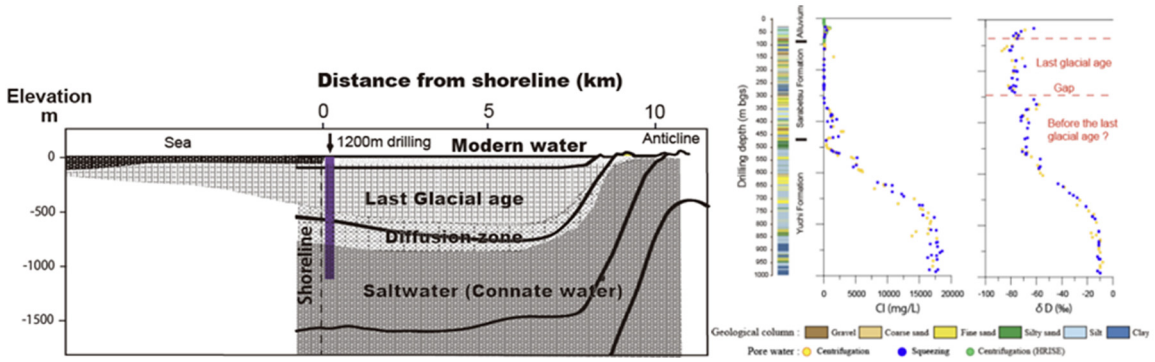


図２．Ａ ― ２８ 地下水の安定性評価事例

沿岸部の深部地下水は、海水準変動の影響を受けて、塩水と淡水が層状に分布している。また、深度３００ｍまでの地下水は流動性が高く、深度５７０ｍ以深の地下水は安定性が高いことを明らかにした（Machida et al,.2019）。

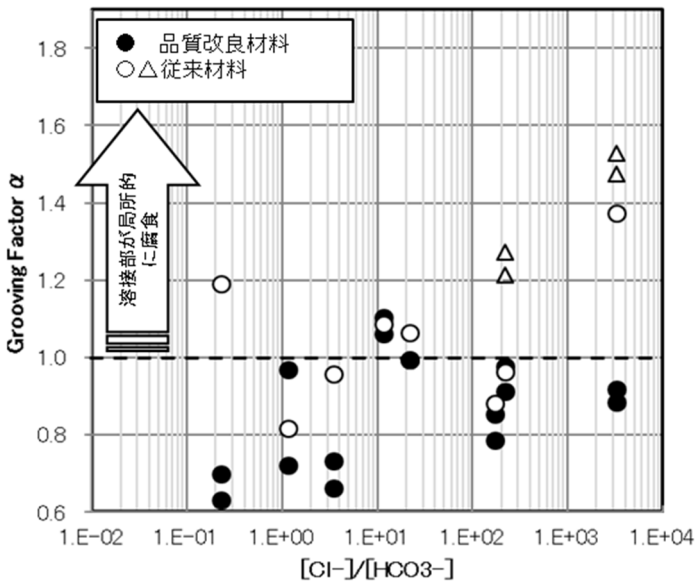


図２．Ａ ― ２９ 工学技術の高度化における成果の例

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数とする。		
指標目標値		
事業開始時（平成２７年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：－
中間評価時（平成２８年度）		実績：0 件 事業開始 3 カ月で中間評価を受けているため、外部発表はなし。ただし、具体的な計画を構築した。
終了時評価時（令和元年度）		実績：66 件（合計） 国内の沿岸陸域に関するデータ（約 80 万件）の整理・解釈や当該領域の調査・評価手法を例示した。

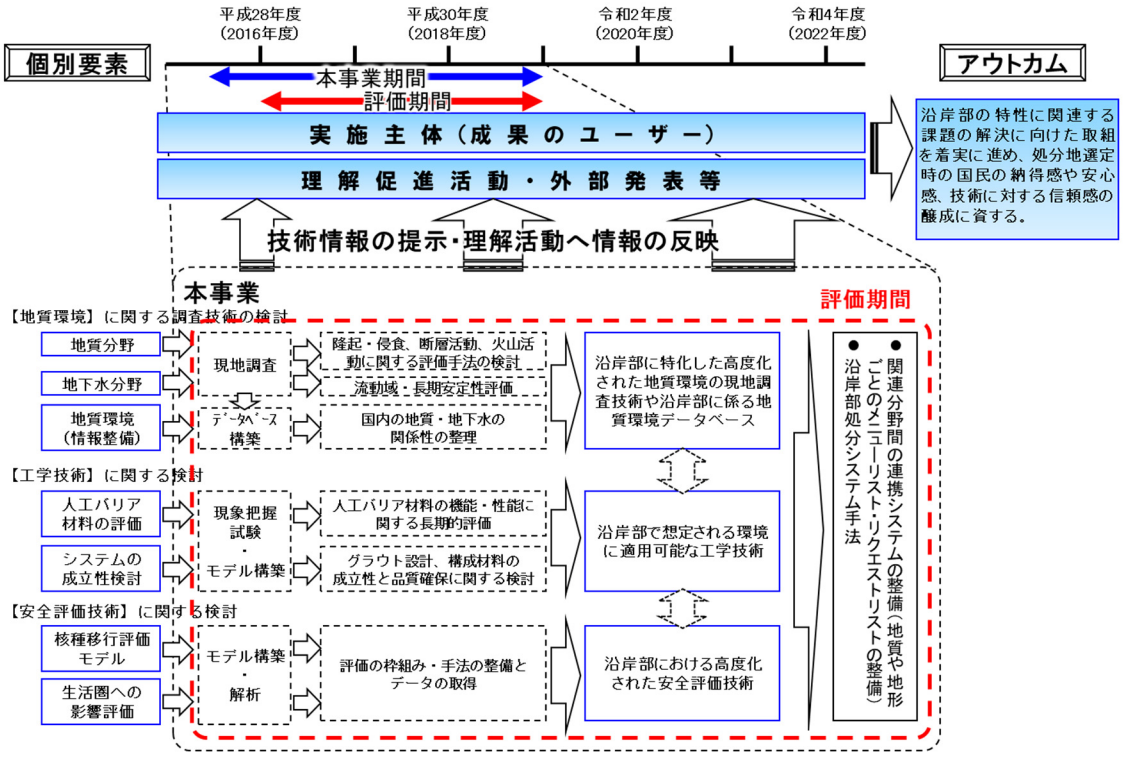
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
5	—	4	—	—	—	—

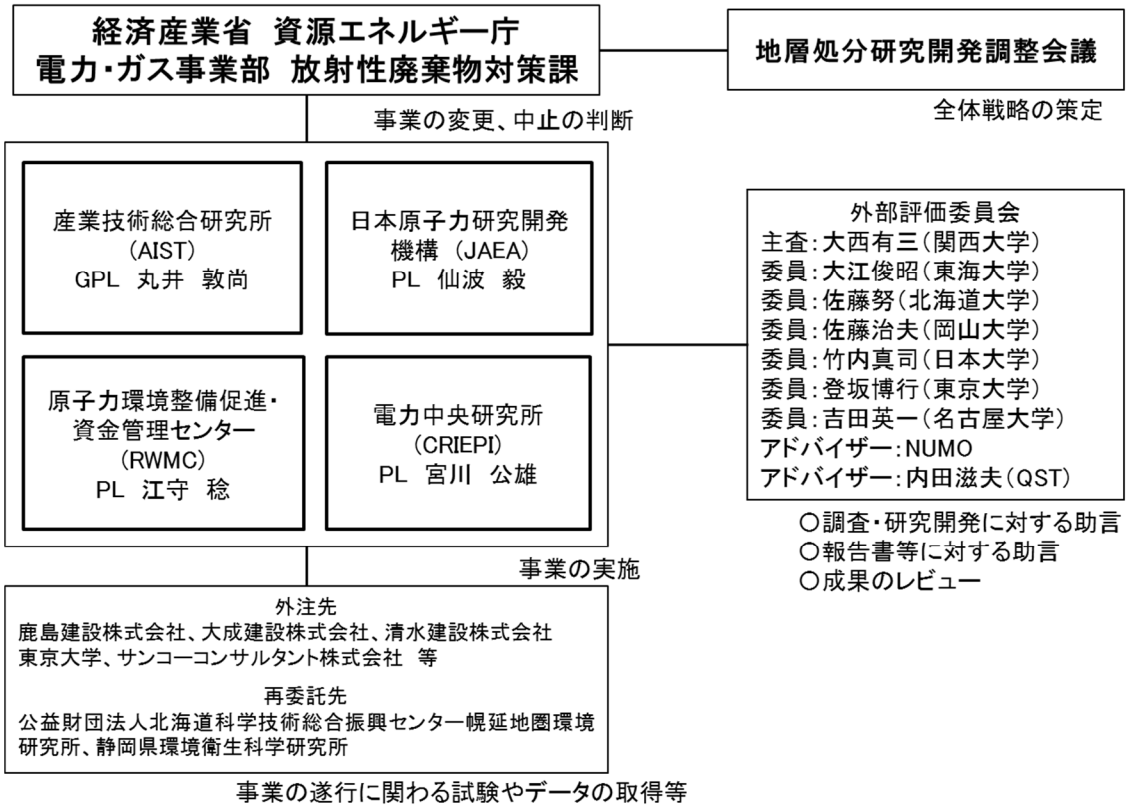
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、当該技術開発には 20.5 億円の国費を投入している。その中で 66 件の国内外への外部発表が実施されており、アウトプット・アウトカムと照らし合わせても妥当であると考えられる。

⑩ 個別技術開発：ＴＲＵ廃棄物処理・処分技術高度化開発

１．事業アウトカム

事業アウトカム指標		
【指標】 ＴＲＵ廃棄物の処理・処分技術に係る課題を解決する上で必要な検討項目数。 【設定理由・根拠等】 課題解決の過程においては、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある技術が開発され、これが地層処分に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。		
指標目標値		
事業開始時（平成２５年度）	計画： 事業終了時までに 94 項目	実績：－
中間評価時（平成２８年度）		実績：74 項目 TRU 廃棄物固有の課題解決に向けた材料の試作や各種試験に着手した。
終了時評価時（令和元年度）		実績：94 項目 ＴＲＵ廃棄物固有の課題として、人工バリアの長寿命化の検討、ガス移行挙動の評価に関する検討を実施した。

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

図２．Ａ ― ３０のスケジュールに基づき、ＴＲＵ廃棄物処分における新しい固化技術や固化体からのヨウ素１２９や炭素１４の長期溶出挙動評価のための技術の開発、人工バリア材の長期挙動、ガス移行挙動の評価に関する技術開発等を実施した。

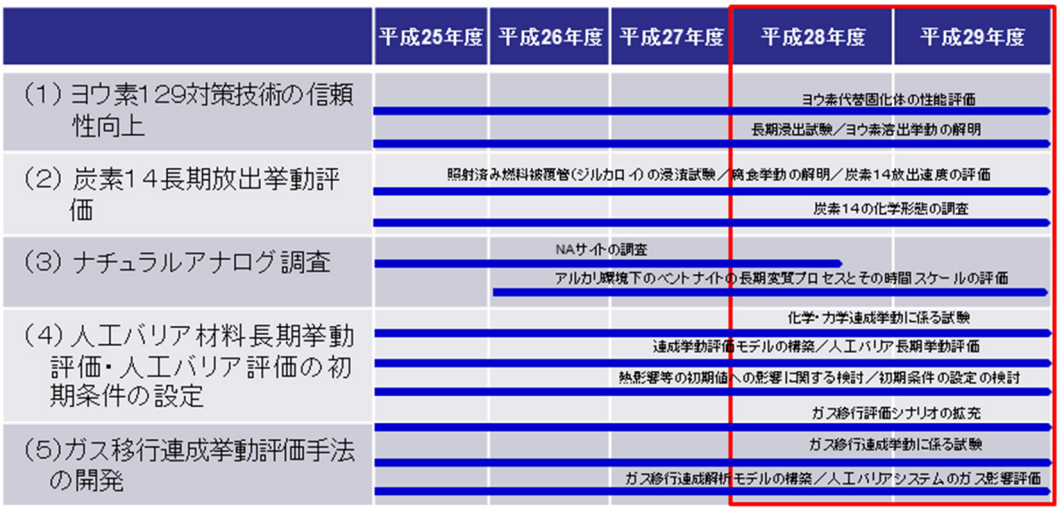


図２．Ａ ― ３０ 全体スケジュール

【主な成果】

○ヨウ素１２９閉じ込め能力の向上に向けて、様々な環境におけるヨウ素の溶出データを蓄積し、各代替固化技術の環境適応性を明らかにした（図２．Ａ ― ３１）。

○実際の廃棄物（照射済み燃料被覆管）の浸漬試験を実施し、炭素１４の溶出挙動に関わるデータを取得した。廃棄物からの溶出・移行に関するより現実的な評価の入力条件として、炭素１４の長期的な放出形態を定量的に分析し、溶存有機形態、無機成分及びガス成分の割合の経時変化を明らかにした（図２．Ａ ― ３２）。また、ベントナイトのアルカリ変質に関するナチュラルアナログ研究、セメント系材料―ベントナイト相互作用に関するデータを拡充し、評価手法を高度化した。

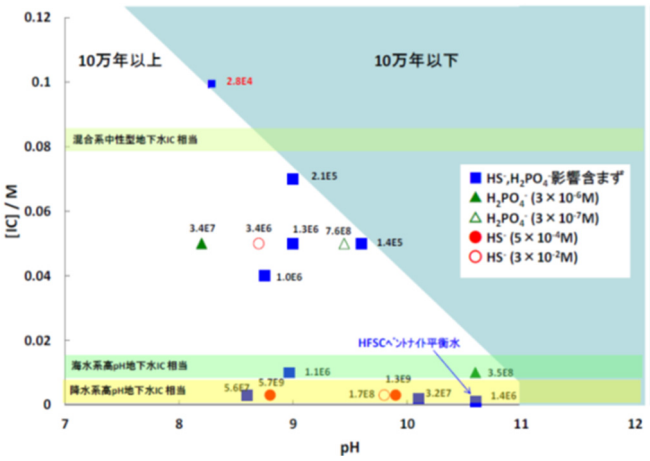


図２．Ａ ― ３１ BPI ガラス固化体の寿命評価

pH11 以下であり、かつ、無機炭素（IC）濃度が 0.1M 以下の環境であれば、目標性能である 10 万年閉じ込めを達成できる見通しが得られた。

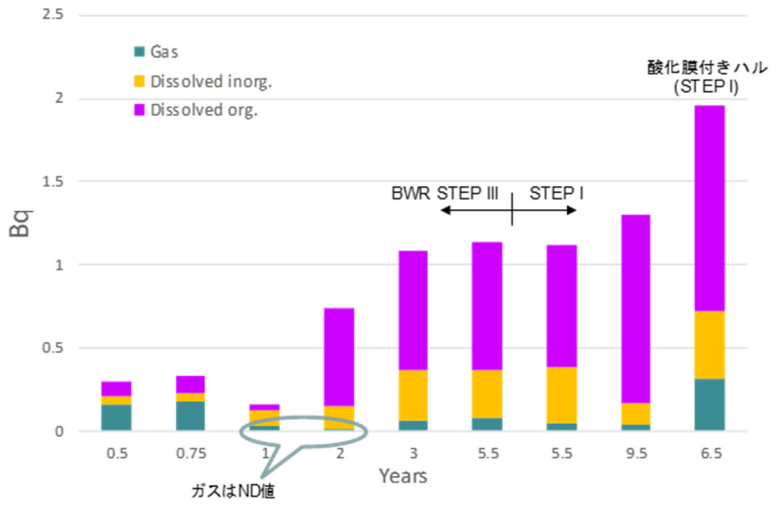


図２．Ａ ― ３２ 照射済み燃料被覆管から放出された炭素１４の化学種割合の経時変化

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数とする。		
指標目標値		
事業開始時（平成２５年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：－
中間評価時（平成２８年度）		実績：65 件 BPI ガラスによるヨウ素１２９固定の可能性を得るとともに各種試験に着手し着実にデータを取得した。
終了時評価時（令和元年度）		実績：125 件（合計） BPI ガラスのヨウ素溶出挙動やナチュラルアナログを活用してベントナイトのアルカリ変質プロセスの時間スケール等の解明を実施した。また、ベントナイト中のガス移行特性、照射済み燃料被覆管の炭素１４の溶出挙動について評価した。

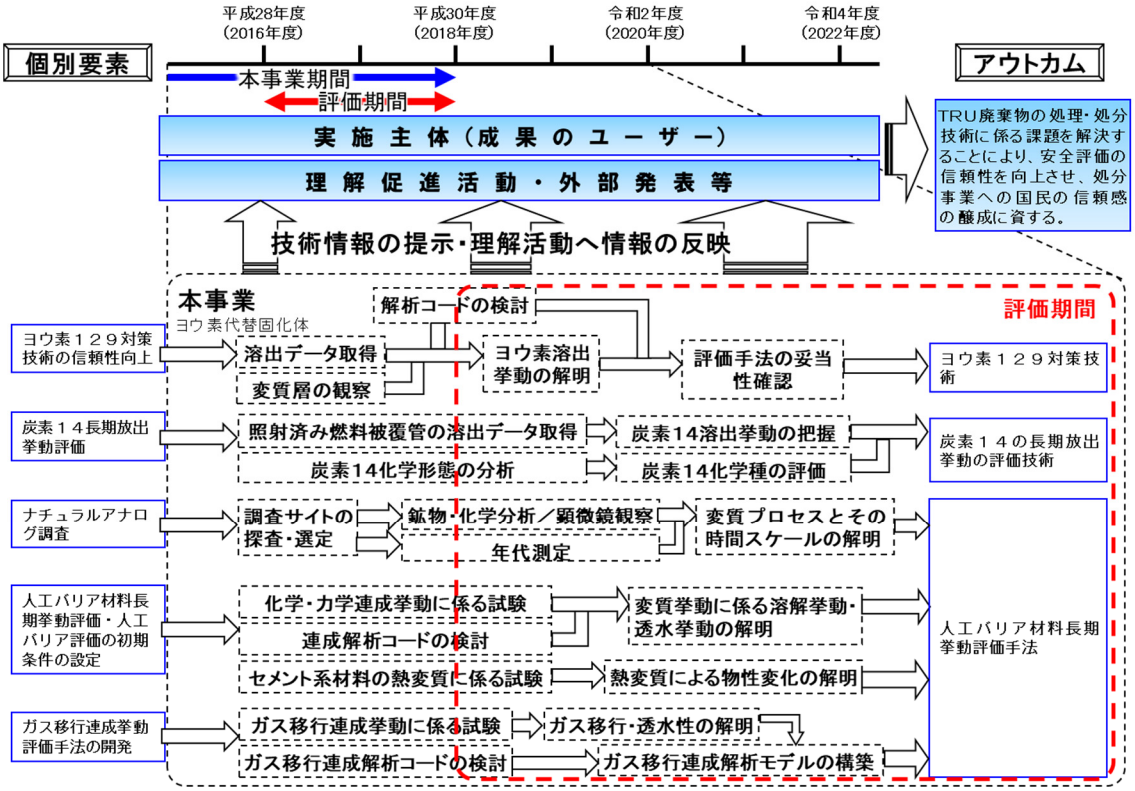
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
12	―	―	―	―	―	―

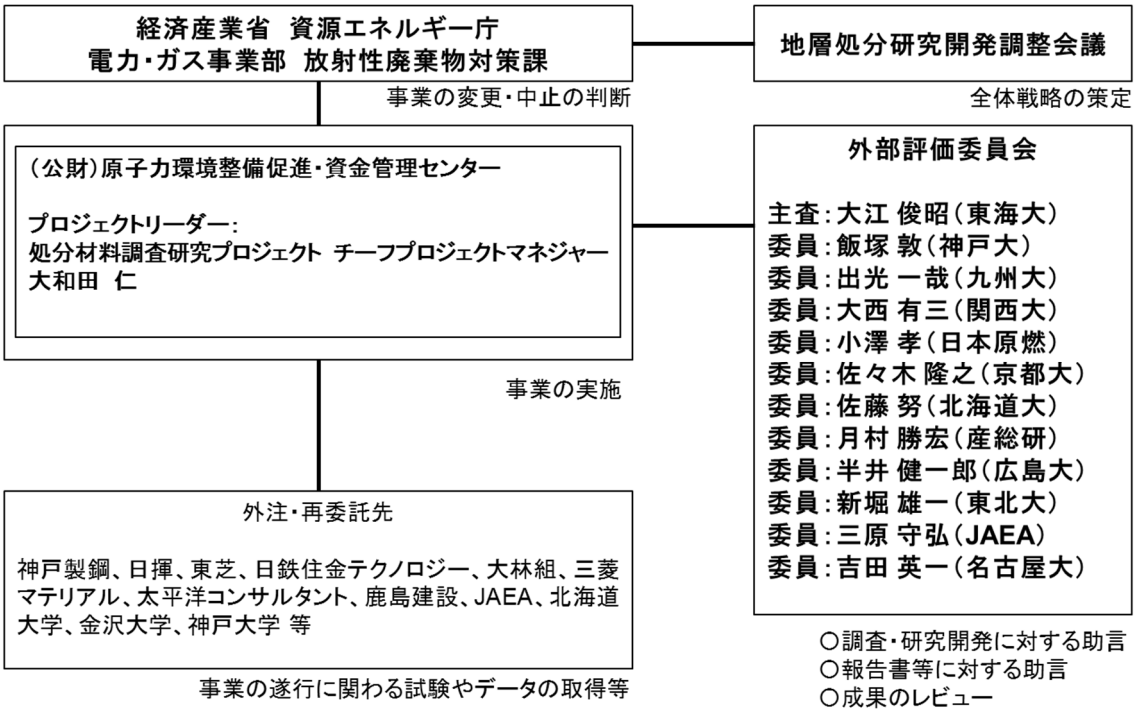
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、当該技術開発には 8.4 億円の国費を投入している。その中で 60 件の外部発表を実施しており、アウトプット・アウトカムと照らし合わせても妥当であると考えられる。

⑪ 個別技術開発：ＴＲＵ廃棄物処理・処分に関する技術開発

１．事業アウトカム

事業アウトカム指標		
【指標】 ＴＲＵ廃棄物処分に係る新しい固化技術、固化体からのヨウ素１２９、炭素１４の長期溶出挙動評価のための技術の開発や、人工バリア材の長期挙動等に関する研究開発等を実施する上で必要な検討項目数。 【設定理由・根拠等】 課題解決の過程においては、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある技術が開発され、これが地層処分に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。		
指標目標値		
事業開始時（平成３０年度）	計画： 事業終了時までに ４５項目	実績：－
中間評価時（令和元年度）		実績：９項目 既存の知見に基づき課題の整理、事業の計画の策定、試験やモデル開発の準備を実施した。
終了時評価時（令和４年度予定）		実績：－項目

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

図２．Ａ－３３のスケジュールを基本として、ＴＲＵ廃棄物処分事業におけるＴＲＵ廃棄物固有の課題を踏まえた、人工バリアの閉じ込め機能の向上や坑道閉鎖前の安全性の評価に向けた技術開発を行う。

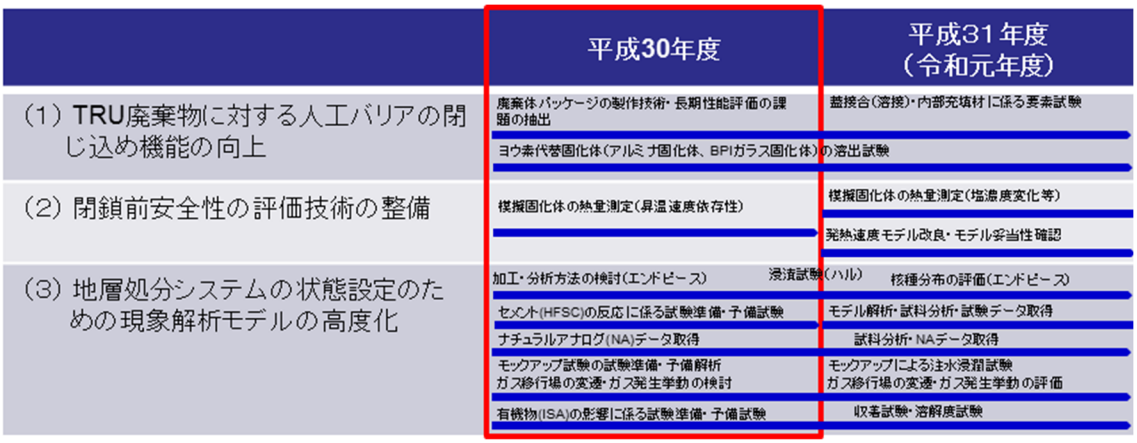


図２．Ａ－３３ 全体スケジュール

【主な成果】

○TRU 廃棄物の廃棄体パッケージの製作手順を検討し、内部充填材（セメントペースト）の乾燥により放射線分解による水素ガス発生を抑制できる定量的な見通しを得た（図２．Ａ－３４）。

○火災発生時のアスファルト固化体の延焼に伴う硝酸塩と有機物の化学反応の促進の可能性を評価するために、模擬アスファルト固化体の熱量測定を開始した。

○廃棄体からのガス発生の影響評価に向けて、予察解析を実施してモックアップ試験装置（図２．Ａ－３５）によるガス移行試験計画を策定した。

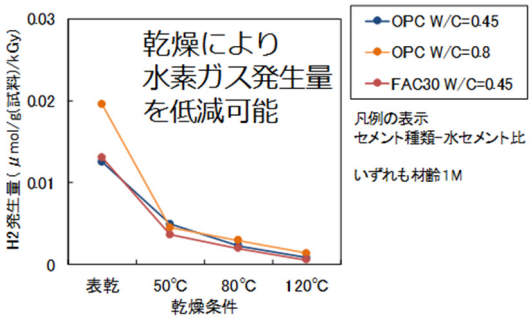


図２．Ａ ― ３４ セメントペーストと水素ガス発生量の評価

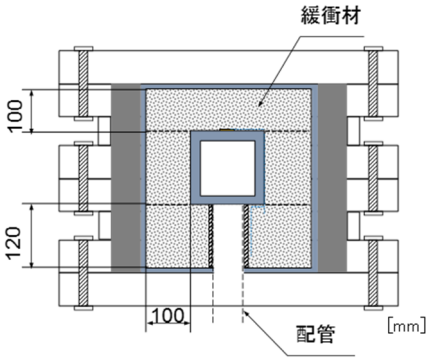


図２．Ａ ― ３５ ガス移行試験用のモックアップ試験装置のイメージ

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数とする。		
指標目標値		
事業開始時（平成３０年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：―
中間評価時（令和元年度）		実績：０件 事業開始１年目であり、既存の知見に基づき課題の整理、事業の計画の策定、試験やモデル開発の準備を実施したため、外部発表は行っていない。
終了時評価時（令和４年度予定）		実績：―

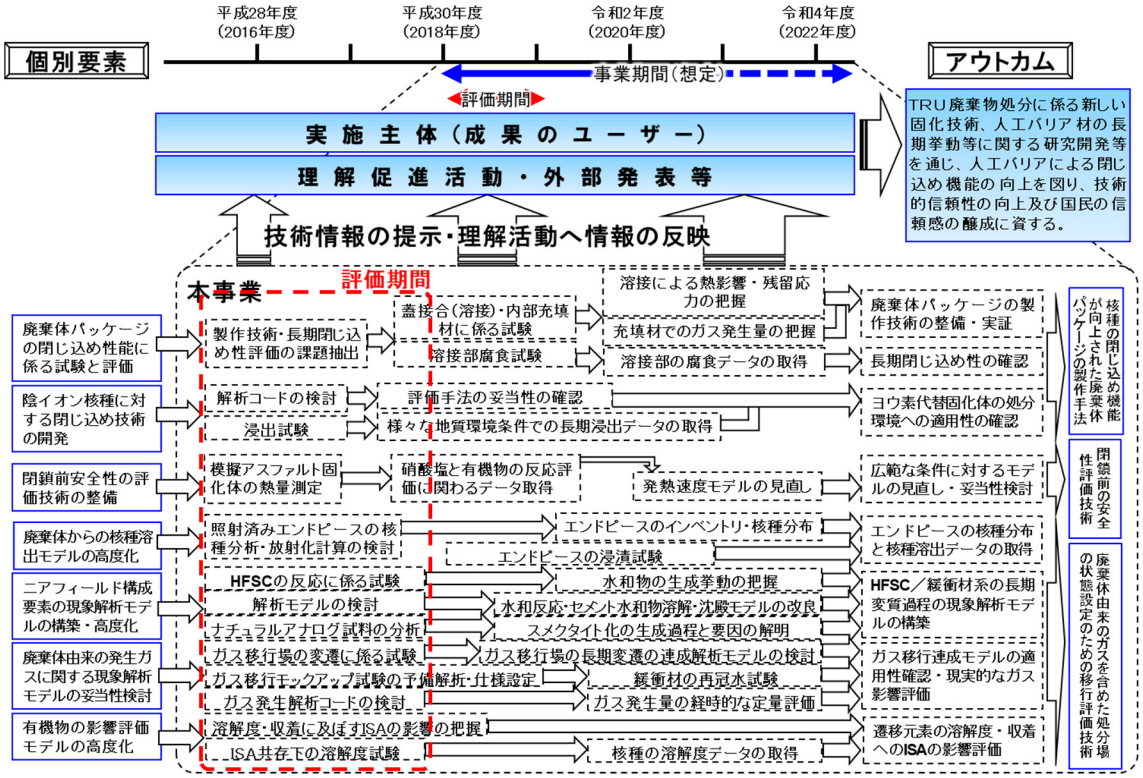
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
―	―	―	―	―	―	―

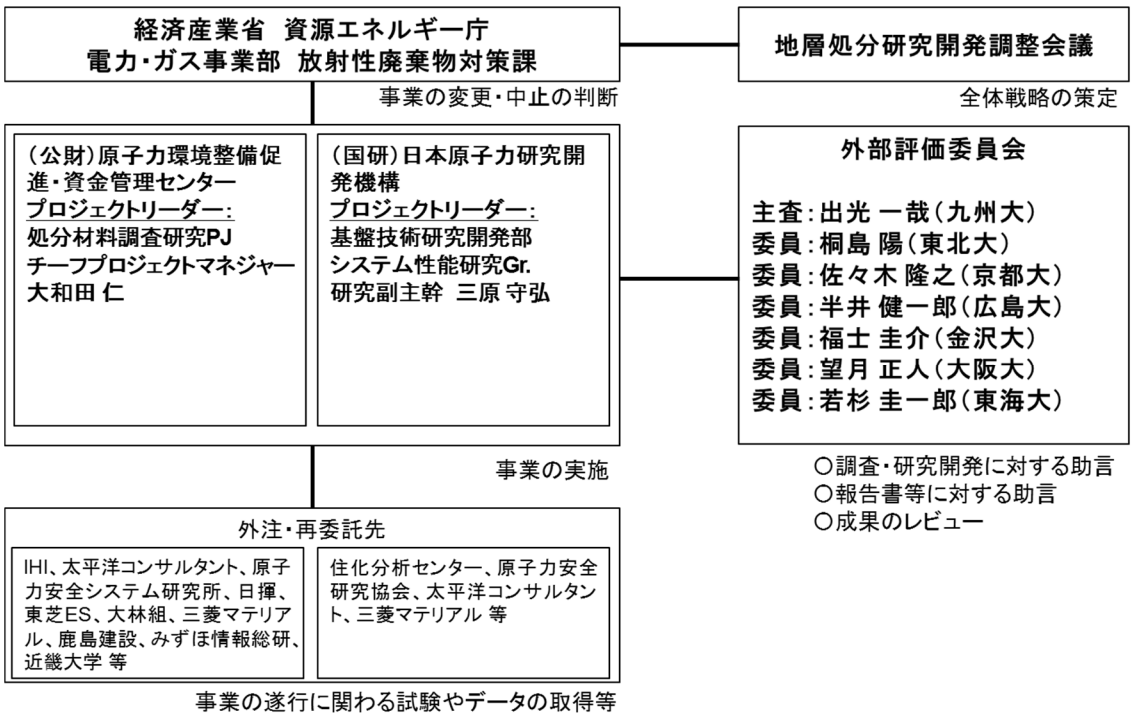
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、当該技術開発には 5.3 億円の国費を投入している。しかし、開始年度ということもあり、外部発表はないが、具体的な課題解決アプローチ等と今後に向けたデータ取得等が実施され、今後着実な成果が得られる見通しが得られており、アウトプット・アウトカムと照らし合わせても妥当であると考えられる。

⑫ 個別技術開発：可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発

１．事業アウトカム

事業アウトカム指標		
【指標】 定置した廃棄体の回収技術の実現性や信頼性を示す上で必要な検討項目数。 【設定理由・根拠等】 課題解決の過程においては、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある技術が開発され、これが地層処分に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。		
指標目標値		
事業開始時（平成２７年度）	計画： 事業終了時までに 41 項目	実績：―
中間評価時（平成２８年度）		実績：18 項目 縦置き方式を対象として、開発した廃棄体の回収技術の妥当性について提示した。
中間評価時（令和元年度）		実績：35 項目 地下坑道における廃棄体の横置き PEM 方式を対象として、廃棄体の回収技術の構築に向け、緩衝材や埋め戻し材の除去装置や廃棄体の回収装置を試作するとともに、坑道開放状態を継続した場合の坑道健全性の評価に向けた方法論を検討している。
終了時評価時（令和４年度予定）		実績：―項目

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

将来世代に対し高レベル放射性廃棄物の処分方法の選択肢について柔軟性を持たせる等、可逆性・回収可能性に関する最終処分政策への反映に資することを目的として、図２．Ａ ― ３６のスケジュールを基本とし、我が国における可逆性・回収可能性の概念の検討、地下環境での技術の実証的な整備を進める。また、理解促進活動として廃棄体回収装置の公開等を実施する。

図２．Ａ ― ３６ 全体スケジュール

【主な成果】

○廃棄体の回収技術の実証の準備として、幌延深地層研究センターの深度 350m を活用して、横置き PEM 方式を対象として、運搬装置、定置装置、除去装置の製作と実証試験を行い、装置等の有効性や方法論を示した（図２．Ａ ― ３７）。

○坑道を解放した状態にした場合の影響を定量化する手法を整備した（図２．Ａ ― ３８）。

○また、地層処分実規模試験施設の一般開放、試験の公開を通した理解促進活動を継続して実施し、施設開館からの延べ来館者数は 54,619 人（平成 22 年 4 月 28 日開館～平成 31 年 3 月 31 日）となった。

図２．Ａ ― ３７ 横置き PEM 方式で定置された模擬廃棄体の回収技術に係る検討状況

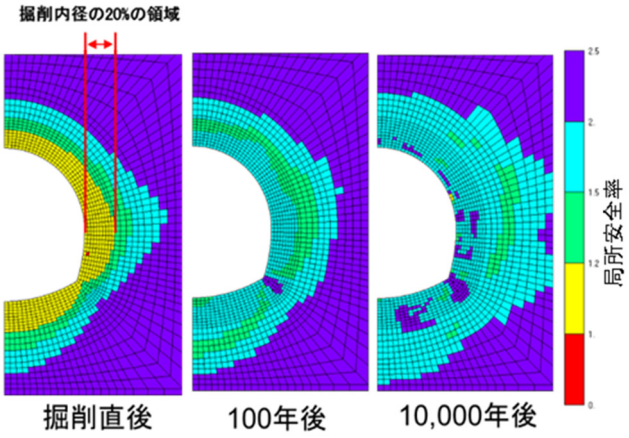


図２．Ａ ― ３８ 開放状態を維持した場合の坑道安全性の評価の例
（試行的に局所安全率の長期変化を定量化したもの）

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数とする。		
指標目標値		
事業開始時（平成２７年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：－
中間評価時（平成２８年度）		実績：４件 縦置き方式を対象に緩衝材除去装置を開発し、除去実証試験により技術的実現性等を確認した。
中間評価時（令和元年度）		実績：23 件 横置き PEM 方式を対象として、回収前の廃棄体の設置技術（模擬廃棄体の埋め戻しや埋め戻した材料の品質検証方法）を検討し、必要な技術を開発した。
終了時評価時（令和４年度予定）		実績：－

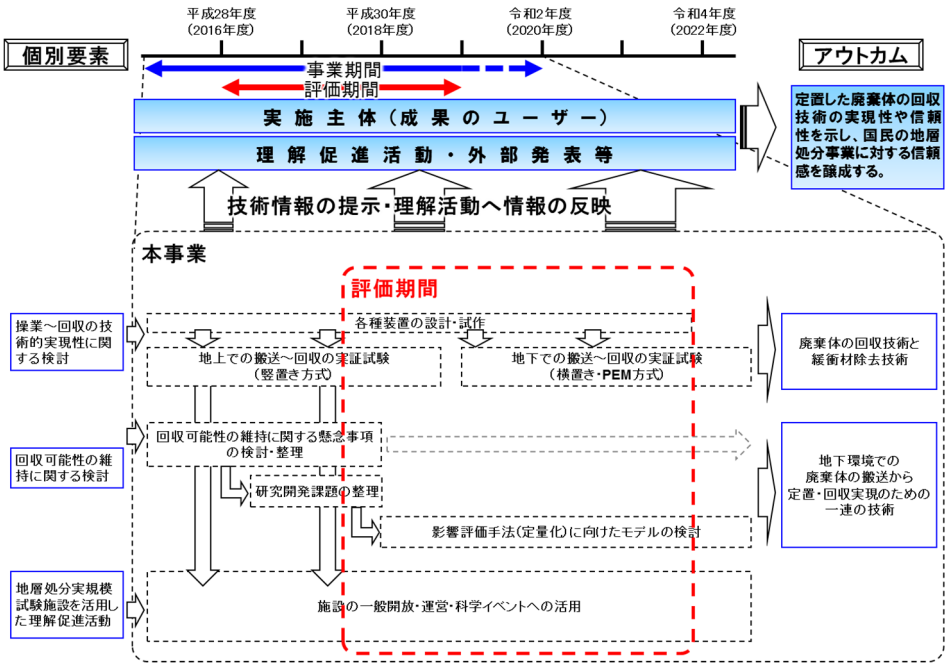
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
0	―	0	―	―	―	―

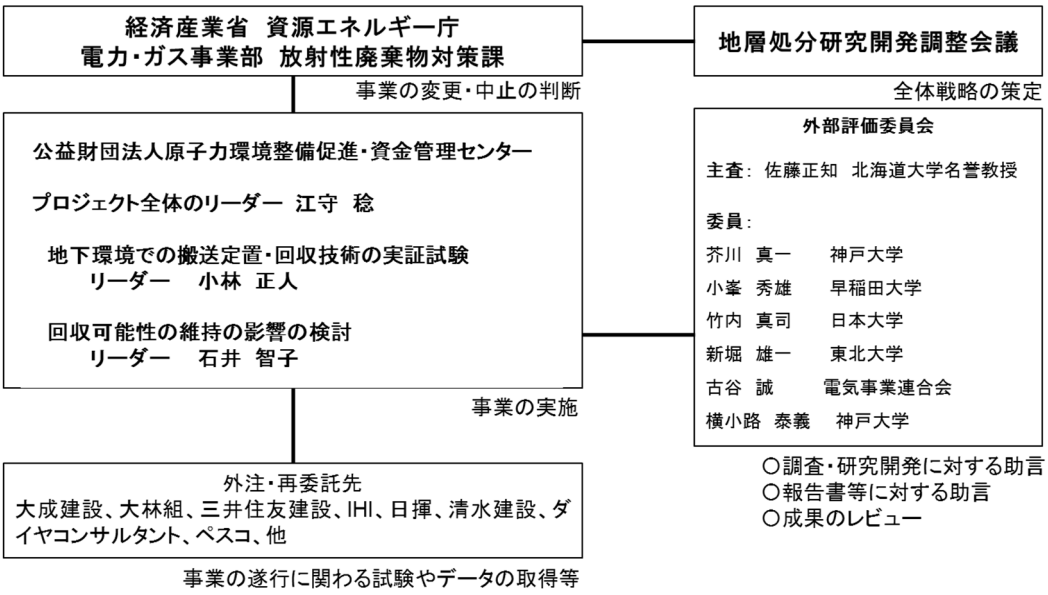
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、当該技術開発には 15.7 億円の国費を投入している。その中で、23 件の国内外への外部発表が実施されている。投入費用に対して外部発表件数は少ない傾向が見受けられるが、当該事業では技術開発に加えて地上の施設の一般公開や幌延の地下研究施設周辺で行われている科学イベントでの理解促進活動も実施している。特に施設の一般公開については、これまでに５万人強の来館者があり、着実な理解促進に寄与していると言える。したがって、本事業はアウトプット・アウトカムと照らし合わせても妥当であると考えられる。

⑬ 個別技術開発：直接処分等代替処分技術開発

１．事業アウトカム

<table>
<tr><td colspan="3">事業アウトカム指標</td></tr>
<tr><td colspan="3">【指標】
使用済燃料の直接処分を含む代替処分オプションの実現可能性を検討可能とする上で必要な検討項目数。

【設定理由・根拠等】
課題解決の過程においては、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある代替処分オプションとなり、これが高レベル放射性廃棄物の処分に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。</td></tr>
<tr><td colspan="3">指標目標値</td></tr>
<tr><td>事業開始時（平成２５年度）</td><td>計画：</td><td>実績：－</td></tr>
<tr><td>中間評価時（平成２８年度）</td><td rowspan="2">事業終了時までに
80 項目</td><td>実績：63 項目
直接処分システムの閉じ込め機能向上や閉じ込め性評価手法の高度化に資する知見整備、レファレンスケースに対する処分施設設計を実施するとともに、超深孔処分を含む代替処分方式に関する調査を実施した。</td></tr>
<tr><td>終了時評価時（令和元年度）</td><td>実績：80 項目
直接処分システムの閉じ込め性能向上やその評価手法の高度化のための代替材料の見通しや評価手法等の提示、我が国の使用済み燃料特性等に対応した処分施設仕様の例示等を実施した。</td></tr>
</table>

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

将来的な政策の柔軟性を確保する観点から、図２．Ａ ― ３９のスケジュールに基づき、使用済燃料の直接処分の実現可能性についての検討及びそれを実現するために必要な技術開発を行うとともに、超深孔処分等の代替処分オプションの実現可能性についての検討を実施した。

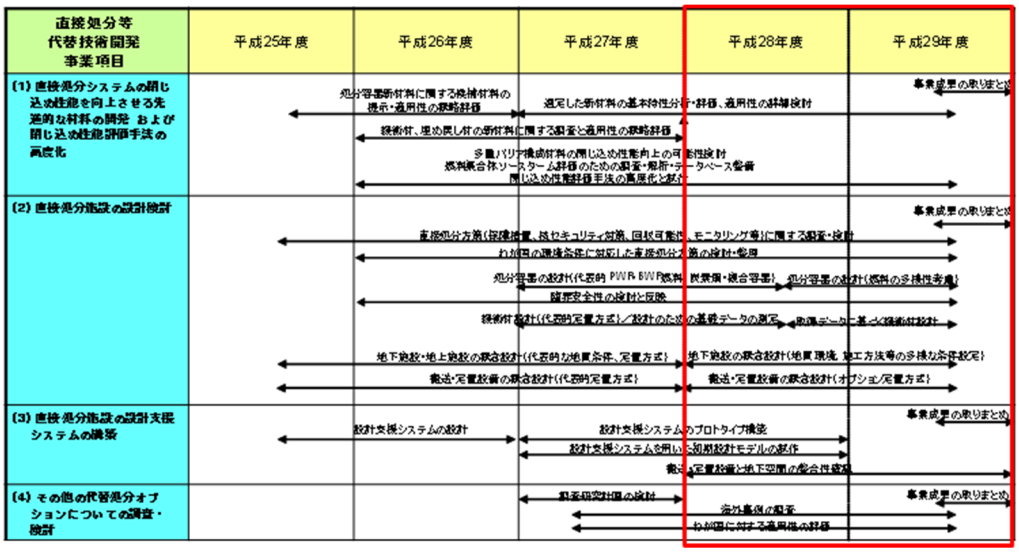


図２．Ａ ― ３９ 全体スケジュール

【主な成果】

○閉じ込め性能の向上を目的として、新材料候補を検討し、Ni 基合金が最も有望であるとの見通しを得た。

○日本の使用済燃料や地下環境を考慮して、処分容器、緩衝材、地下施設等の設計仕様を例示した（図２．Ａ ― ４０）。

○代替処分オプションとして超深孔処分の海外事例調査を行い（図２．Ａ ― ４１）、日本へ適用する場合の課題として、超深部の状況把握、地形条件、地温の条件などを明らかにした。

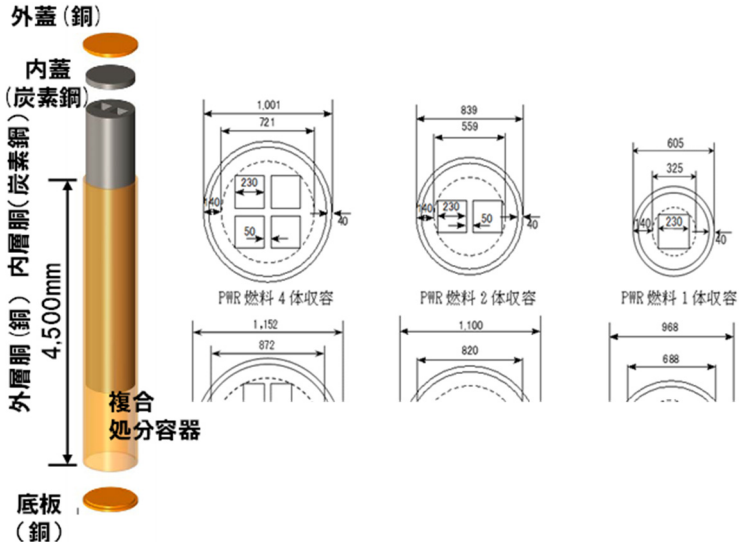


図２．Ａ ― ４０ 直接処分容器の設計例

- 処分領域および閉塞領域の対象母岩は、均質な結晶質岩（花崗岩）であること
- 結晶質岩の上限面分布深度が 2 km 未満であること
- 地熱流速が 75 mW m^{-2}未満であること
- 地下深部の応力状態に異方性が認められないこと
- 深部の地下水循環を避けるため、地形の傾斜が 1° 以上の地点まで約 100 km 以上離れており、処分領域の基盤岩と地表面の間に帯水層が存在しないこと
- 形成年代が古く、高塩分濃度で還元性の地下水が地下深部に分布すること
- 規模が大きい鉛直のせん断帯や高透水性を示す構造などが存在しないこと
- 岩体中に第四紀に形成された著しい変質が生じていないこと
- 対象岩体中に歴史地震の記録がないこと
- 第四紀の断層や火山活動から 10 km 以上離れていること
- 利用可能な天然資源が分布しておらず、石油備蓄基地や市街地から離れていること

図２．Ａ ― ４１ 超深孔処分におけるサイト選定条件（米国の例）

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数とする。		
指標目標値		
事業開始時（平成２５年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：－
中間評価時（平成２８年度）		実績：１６件 炭素鋼腐食のメカニズムの解析（土壌微生物群集の影響）結果等を公表した。
終了時評価時（令和元年度）		実績：３３件（合計） 使用済燃料からの核種溶出挙動についての既存事例の調査・集約結果等を公表した。

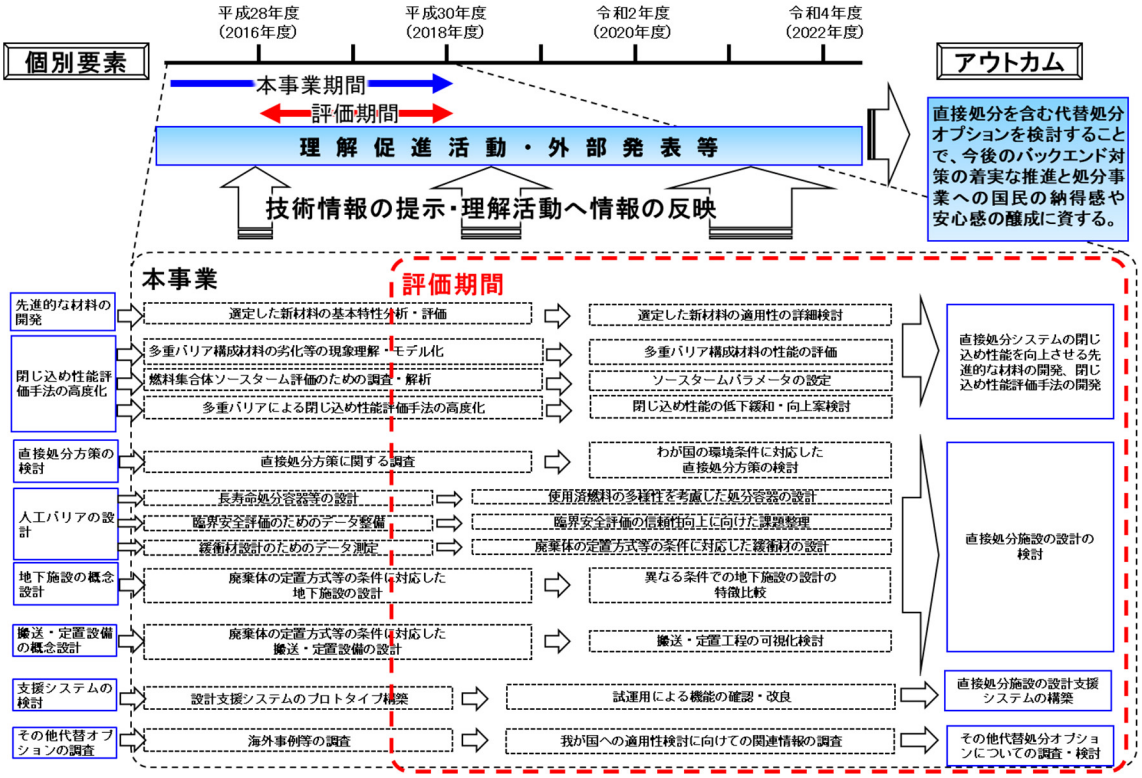
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
4	―	―	―	―	―	1

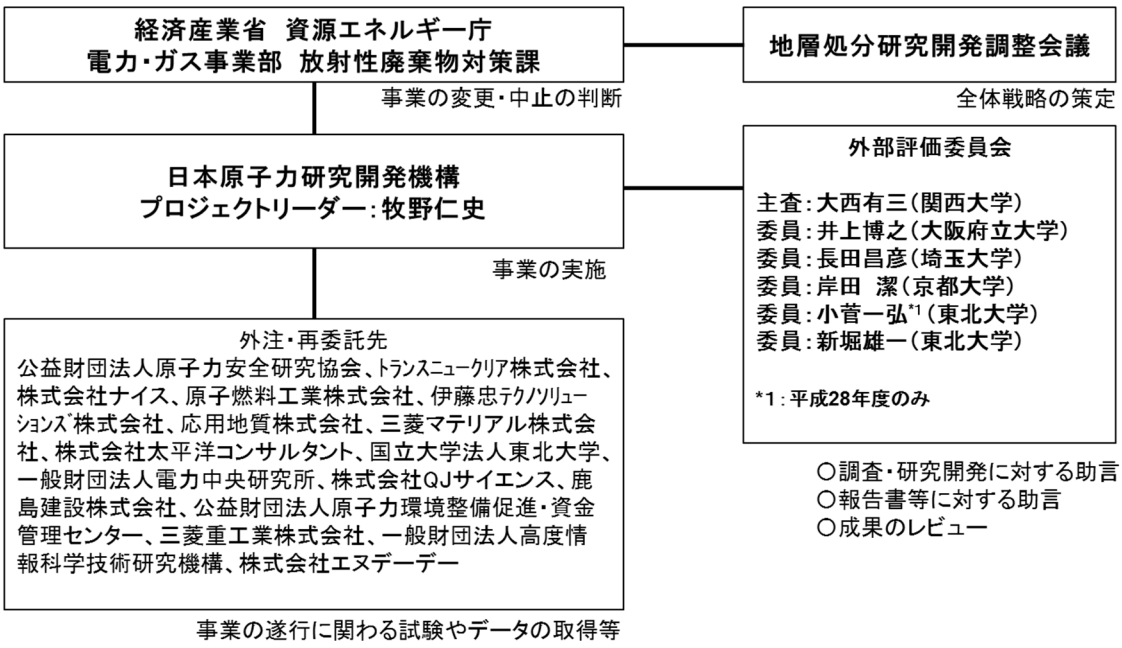
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、当該技術開発には 4.9 億円の国費を投入している。その中で 17 件の外部発表を実施しており、アウトプット・アウトカムと照らし合わせても妥当であると考えられる。

⑭ 個別技術開発：直接処分等代替処分技術高度化開発

１．事業アウトカム

事業アウトカム指標		
【指標】 使用済燃料の直接処分の実現可能性に関する技術開発を行うとともに、超深孔処分等の代替処分オプションの実現可能性についての検討を実施する上で必要な検討項目数。 【設定理由・根拠等】 課題解決の過程においては、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある代替処分オプションとなり、これが高レベル放射性廃棄物の処分に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。		
指標目標値		
事業開始時（平成３０年度）	計画： 事業終了時までに 30 項目	実績：－
中間評価時（令和元年度）		実績：6 項目 直接処分容器の腐食、臨界安全性、使用済み燃料の溶解に影響を及ぼす重要な因子に重点を置いた詳細なデータ拡充等に着手した。また、保障措置・核セキュリティに関する最新情報を整理した。代替処分オプションのひとつである超深孔処分については、我が国への適用性の検討において重要となりうる因子を抽出した。
終了時評価時（令和４年度予定）		実績：－項目

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

使用済燃料の直接処分に係る人工バリア成立性の信頼性向上のために、図２．Ａ ― ４２のスケジュールを基本として、使用済核燃料の直接処分における特有の現象に着目したデータ取得や影響評価手法の高度化、超深孔処分の日本への適用性を評価する手法の開発等を実施する。

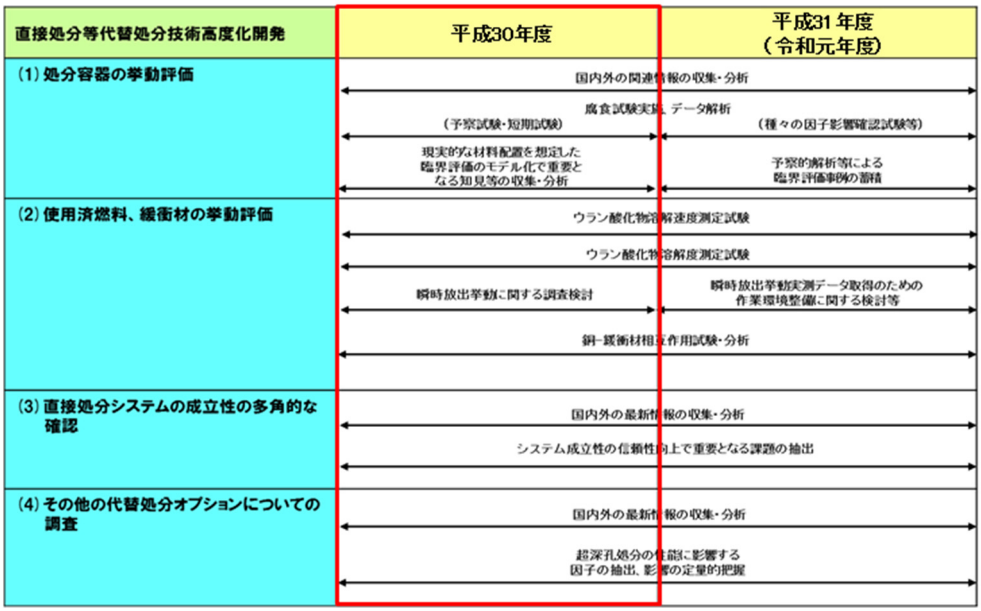


図２．Ａ ― ４２ 全体スケジュール

【主な成果】

○諸外国における直接処分の処分容器の材料である銅、及び場所によっては日本の地下水に多く含まれる硫化物に着目し、硫化物濃度と純銅の反応速度の関係を定量化した（図２．Ａ ― ４３）。

○日本の地下水における炭酸濃度に着目し、炭酸濃度とウラン酸化物の溶解速度の関係を定量化した（図２．Ａ ― ４４）。

○核セキュリティ・保障措置等に関する諸外国の情報を整理した。

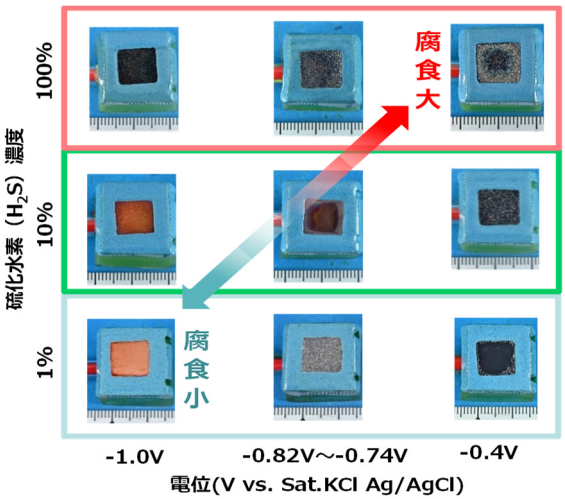


図２．Ａ ― ４３ 銅の腐食挙動への硫化物濃度と酸化還元性*の影響（硫化銅の皮膜形成の確認）

＊：電気化学試験の電位として設定

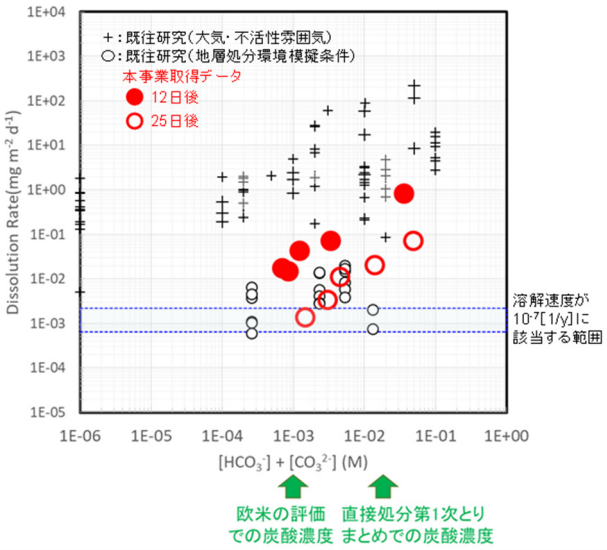


図２．Ａ ― ４４ ウラン酸化物の溶解速度への炭酸濃度の影響

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数とする。		
指標目標値		
事業開始時（平成３０年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：－
中間評価時（令和元年度）		実績：７件 CIM の概念を取り入れた処分システムの設計支援システムのプロトタイプの開発結果等を公表した。
終了時評価時（令和４年度予定）		実績：―

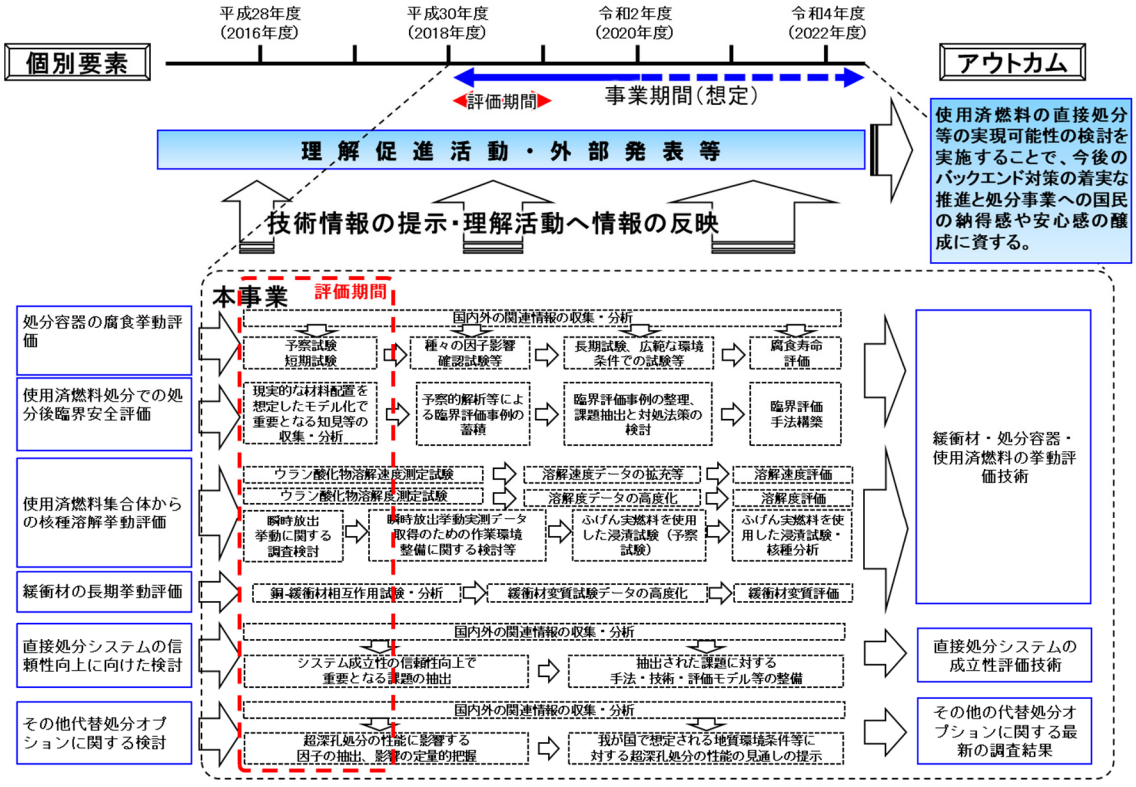
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
2	―	―	―	―	―	―

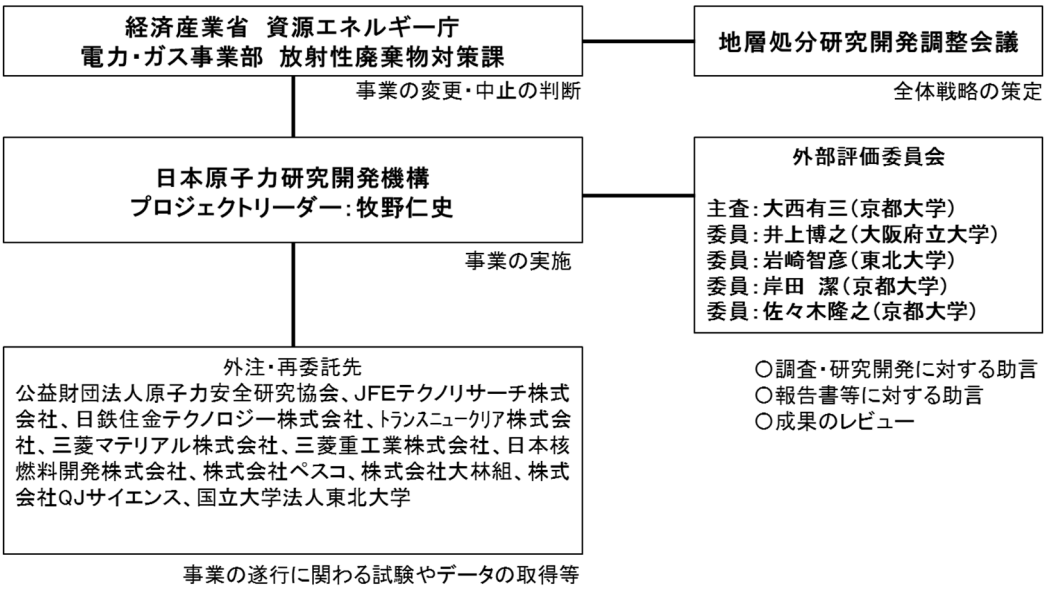
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、当該技術開発には1.6億円の国費を投入している。その中で、開始年度であるが国内外に向けて７件の外部発表を実施しており、アウトプット・アウトカムと照らし合わせても妥当であると考えられる。

Ⅱ．外部有識者（評価検討会等）の評価

１．総合評価

○技術的信頼性の向上という目標を達成する観点では、実施主体と異なる組織が実施する必要があり、国が主導的に実施するべきものと言える。研究開発については、数万年以上の長期間及び広大な地下深部の空間に起因した多岐にわたる研究課題を１４個のプログラムに明確に分類し、個々の研究課題について外部評価委員会でレビューを受ける体制が構築されており、マネジメント体制も妥当と判断できる。また、各課題において所期のアウトプットを得ている点は評価できる。さらに、国民の信頼と安全・安心の醸成に向けて、地層処分技術の実証試験の知見の蓄積、研究成果の公開、報告会の開催を行うことは、貢献していると評価できる。

○一方、技術的信頼性の向上が国民理解の獲得・促進に寄与しているかについては不明確な部分もあり、どのように役立っているのかについて実績を明記することも重要と考える。また、個別要素技術を検討する中で相互に利活用することが効率的であると見受けられ、事業実施者間の積極的な情報交換を促す必要があるとともに、人材育成や知識伝承に関する一層の取組が望まれる。

【肯定的所見】

○長期、深部、多分野の研究開発の項目を、目標に向けて着々とロードを歩み、成果を蓄積していることは評価できる。（Ａ委員）

○地層処分技術の実用化に向けた、実規模の実証試験の知見の実績は、データを蓄積し公表していることや頻繁な報告会の実績も含めて、国民の信頼と安全・安心の醸成に大いに役立っていると評価できる。（Ａ委員）

○平成 30 年度に策定された全体計画によって、平成 29 年度までに進められてきた各プロジェクトの成果をセーフティケースへの反映を通じて体系的に統合するという方向性がより明確に示され、地層処分事業への反映、技術の信頼性向上による国民理解の獲得・促進に有効であると評価することができる。このようなプロジェクトの進め方は、実際に概要調査や精密調査にあたり、それらを適用する際、最適な調査技術を選定して適切な地質環境モデルを作成した上で、これに基づく最適な処分場の設計を行った後、その特徴を適切に反映した（過度に保守的ではない）現実的な安全評価を行う一貫した作業を支える技術として、目標とする成果を達成する上で不可欠である。また、全体計画によって、国と実施主体である原子力発電環境整備機構（NUMO）がそれぞれ取り組むべき課題が適切に分担されており、現在、本プロジェクトとして進められている課題はいずれも国が主導的に行うべきものとして設定されるべきものと言える。また、これまでのアウトプットについては設定されている目標に対して十分な成果が得られているものと判断する。（Ｂ委員）

○多岐にわたる研究課題を着実に実施し、所定あるいはそれ以上のアウトプットを得ている点が高く評価される。それぞれの評価委員会でレビューを受ける体制が構築されており、マネジメント体制は妥当である。（Ｃ委員）

○この技術開発は国が積極的に関与し実施すべき研究プロジェクト群であることがよく理解できた。個々の研究プロジェクトは外部評価を受けながら、それぞれ良い成果を上げていることが分かった。（Ｄ委員）

○数多くの研究課題を１４個の多数のプログラムに明確に分類し、個々のプログラムでは多くの研究成果を上げており、研究開発内容は明確かつ妥当であると思います。実施主体となる NUMO が実施することも考えられますが、技術的信頼性を確立することを目標とすると安易に妥協することなく技術的進展を実行するために、実施主体と異なる団体が行うことがベストであり、国が実施することは極めて有効性があると思います。事業アウトカム達成に至るまでの、技術的課題に関してのロードマップは妥当であると思います。研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性についてはそれぞれのプログラムごとの評価委員会での検証もなされており、極めて妥当だと思います。費用対効果についても、妥当だと思います。（Ｅ委員）

【問題点・改善すべき点】

○アウトカムの項目は妥当だが、これらが、信頼性、安心・安全の醸成に役立っているかの実績を記述することも重要。（Ａ委員）

○平成 29 年度までの成果が、全体計画による技術の体系化に当たって、新たに設定された各研究開発課題にどのように活かされているのか、また、実施主体である NUMO に適用範囲や限界なども含めて適切に提供されているのか、今後の研究開発課題に取り組んでいく過程で併せて確認されることが必要である。また、プロジェクトとしてのアウトカムが処分に関する国民理解の促進であり、技術的信頼性を確かなものとするために技術的専門家社会に向けて論文や学会発表を行うことはもとより、実施主体だけでなく様々なステークホルダーに対し、プロジェクトに含まれている各技術課題に取り組む意義と成果を分かりやすく説明する機会を、実施者自ら創設しコミュニケーションに努めることに、更に傾注していくことが重要である。この点は、具体的なアクションとして、より明確に示されるべきと思われる。プロジェクトに含まれる各個別課題、例えば、「①岩盤中地下水移行評価確証技術」で対象としている研究開発の内容は、「③地質環境長期安定性評価確証技術調査」におけるモデル化のための要素技術として利用可能と考えられ、こうした相互の関連性を明確にしながら効果的・かつ効率的にそれぞれの研究開発課題に取り組むことが重要と考えられる。これは、「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発」と「低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発」との、プロジェクト間の関係においてもそうである（具体的には、「低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発」の評価参照）。また、地層処分場を立地するサイトとして想定される地質環境は、陸域、沿岸域、海域が想定されるが、上述した技術の体系化に当たって、こうした技術が上記多様な地質環境に対する適用性の範囲についても明確にし、更に必要な研究開発があるのかどうかを検討していくことも重要と考えられる。平成 30 年度からの研究開発の対象が陸域について説明されており、事業の計画上どのように進めてアウトカムを設定しているのかを明確にしておく必要があるのではないかと考えられる。例えば、「①岩盤中地下水移行評価確証技術」で開発されたコントロールボーリング技術などは、沿岸域の地質環境の調査に当たって有力な調査方法となると考えられるが、平成 29 年度までに研究開発が終了されている。また、「⑨沿岸部処分システム高度化開発」は平成 30 年度で終了することとされている。こうした技術について、これまでに開発された技術の適用範囲や限界などを明確にするとともに、例えばユーザーである実施主体が更に開発を行おうとするような場合、確実に技術情報やノウハウが伝承され、速やかに研究開発を再開できるように成果の取りまとめに当たっては十分に配慮されることが重要である。（Ｂ委員）

○個々の研究課題において、事業アウトカム指標の「国民の納得感及び安心感の向上」につながる活動を明確にして、それを体系立てて実施するなど、より効果的に国民に情報提供を行う工夫が必要と感じる。また、各研究課題における人材育成及び知識伝承の一層の向上が望まれる。（Ｃ委員）

○個々の研究プロジェクトは確実に進捗が認められるものの、相互間の情報共有がどの程度行われているかが不明である。（Ｄ委員）

○個々の研究プロジェクトが見直される際に、蓄積された研究成果はどのように今後の研究に活かされるのか不明である。（Ｄ委員）

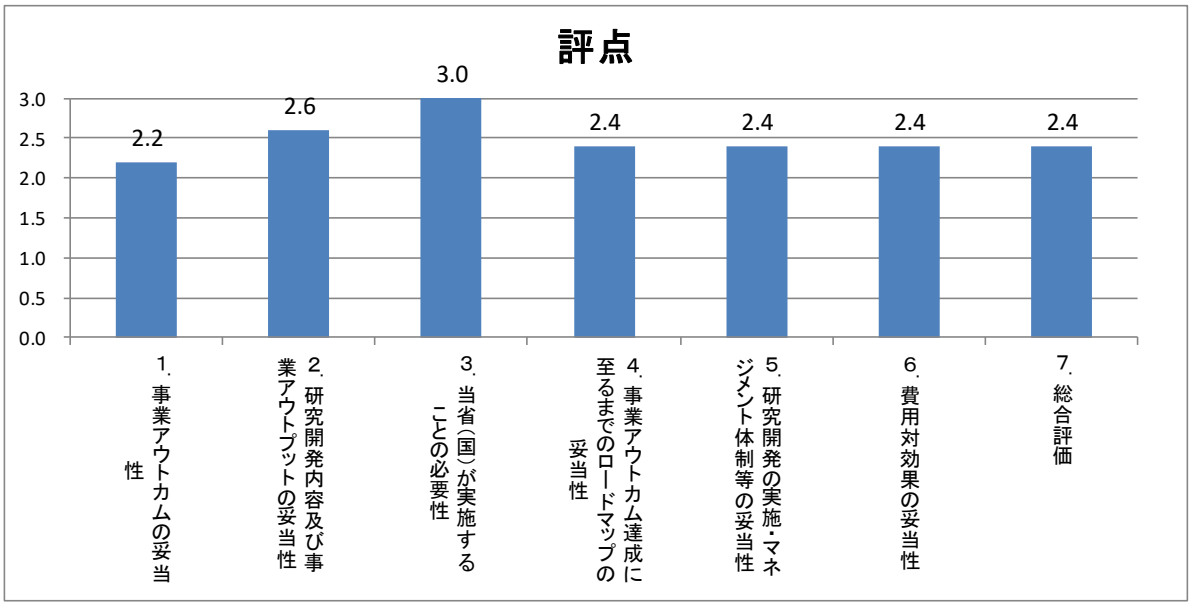
○研究成果の重複や抜けがないかの確認をどのようにやるのか。地層処分研究開発調整会議での議論がより誰でもアクセスできるような仕組みが必要であろう。（Ｄ委員）

○事業アウトカム指標が、「国民の地層処分に対する納得感や安心感の醸成」となっているものが多数あります。NUMO と資源エネルギー庁で全国対話活動を実践され、「国民の地層処分に対する納得感や安心感の醸成」への努力をされていることは重要だと思いますが、１つ１つの技術的信頼性の向上が必ずしも国民の安心感の醸成と一致しないことが考えられます。例えば、地層処分研究開発調整会議での提案を受けて、研究プログラムの内容の変更はなされていますが、文部科学省での実施内容との関連性が明確化されておらず、実施項目の抜けなどがないかが分かりにくく、安心感の醸成には至っていないと判断します。（Ｅ委員）

○個々のプログラムの研究によって技術的信頼性を向上させていることは理解できますが、「国民の納得感」を考えると、コスト削減的な研究課題に取り組むことが重要であると考えますが、この点に関する意識がないように思われます。（Ｅ委員）

Ⅲ．評点法による評点結果

	評点	A委員	B委員	C委員	D委員	E委員
1. 事業アウトカムの妥当性	2.2	2	3	2	2	2
2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性	2.6	3	2	3	2	3
3. 当省（国）が実施することの必要性	3.0	3	3	3	3	3
4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性	2.4	3	2	2	3	2
5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性	2.4	2	2	3	2	3
6. 費用対効果の妥当性	2.4	3	3	2	2	2
7. 総合評価	2.4	3	2	3	2	2



Ｂ．低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発

Ⅰ．研究開発課題（プロジェクト）概要

プロジェクト名	低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発
行政事業レビューとの関係	平成２８年度　行政事業レビューシート　事業番号　０４０１ 平成２９年度　行政事業レビューシート　事業番号　０３２２ 平成３０年度　行政事業レビューシート　事業番号　０３２２
上位施策名	第４期科学技術基本計画（平成２３年８月）、エネルギー基本計画（平成２６年４月）、特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針（平成２７年５月）
担当課室	経済産業省資源エネルギー庁　電力・ガス事業部　放射性廃棄物対策課

プロジェクトの目的・概要

原子力発電に伴って発生する低レベル放射性廃棄物のうち、放射能レベルが比較的高い廃棄物を対象とする中深度処分（地下 70m 以深）に関し、地下空洞型処分施設の閉鎖後の人工バリアの長期健全性を確認するためのモニタリング技術を開発するとともに、放射能濃度が極めて低く放射性廃棄物として扱う必要がないクリアランスレベル金属に関し、中深度処分で使用する廃棄物容器として再利用する技術を開発し、中深度処分の円滑化を図る。

具体的には、実際の地下環境下において構築された中深度処分を想定した実物大の地下空洞を活用し、中深度処分施設の閉鎖後の長期的な管理に資するため、人工バリアや周辺岩盤の長期にわたる機能確認方法の確立を行うとともに、原子力発電所などの解体から生じるクリアランスレベル以下の金属廃棄物を、中深度処分を想定した放射線遮蔽能力・耐久性を有する廃棄物容器に有効利用するための技術開発等を行う。これらを通じて、中深度処分等に関する国民理解の獲得・促進と着実な処分の実施を推進する。

予算額等（委託）　（単位：百万円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期	事業実施主体
昭和６２年度	令和６年度（予定）	平成２８年度	令和７年度（予定）	原子力環境整備促進・資金管理センター、神戸製鋼所／日本製鋼所

H28FY 執行額	H29FY 執行額	H30FY 執行額	総執行額	総予算額
２１９	２０９	１６７	５９５	６２０

① 個別技術開発：地下空洞型処分施設機能確認試験

１．事業アウトカム

<table>
<tr><td colspan="3">事業アウトカム指標</td></tr>
<tr><td colspan="3">【指標】
中深度処分施設の閉鎖後の長期的な管理に資する技術を構築・提示する上で必要な検討項目数。

【設定理由・根拠等】
技術開発の過程においては、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある技術開発・知見となり、これが中深度処分に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。</td></tr>
<tr><td colspan="3">指標目標値</td></tr>
<tr><td>事業開始時（平成 27 年度）</td><td rowspan="3">計画：
事業終了時までに
24 項目</td><td>実績：－</td></tr>
<tr><td>中間評価時（平成 28 年度）</td><td>実績：10 項目
・転圧工法と吹付け工法の併用により、要求性能を満たす埋め戻しを実施できることを確認した。
・人工バリア内に設置した土圧計等で上部埋め戻し施工が処分施設へ影響を与えないことを確認した。
・実規模施設を使用した機能確認試験の設備設計に必要な試験項目を抽出した。</td></tr>
<tr><td>中間評価時（令和元年度）</td><td>実績：20 項目
・解析及び既往文献調査に基づき、処分場における熱、水、力学、化学に係る挙動を予測した上で、実施可能と考えられるモニタリング項目、内容及びその時期について検討した。
・規制動向等を踏まえ、既存計測技術に基づくモニタリングと光ファイバセンサーを活用したモニタリングの案を例示した。</td></tr>
<tr><td>終了時評価時（令和４年度予定）</td><td>実績：―項目</td></tr>
</table>

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

図２．Ｂ －１のスケジュールを基本として、平成 26 年度までに大断面の地下空洞内に構築した実規模施設を活用し、処分施設閉鎖後の長期的な管理に資するため、人工バリアや周辺岩盤の長期にわたる機能確認方法を確立する。

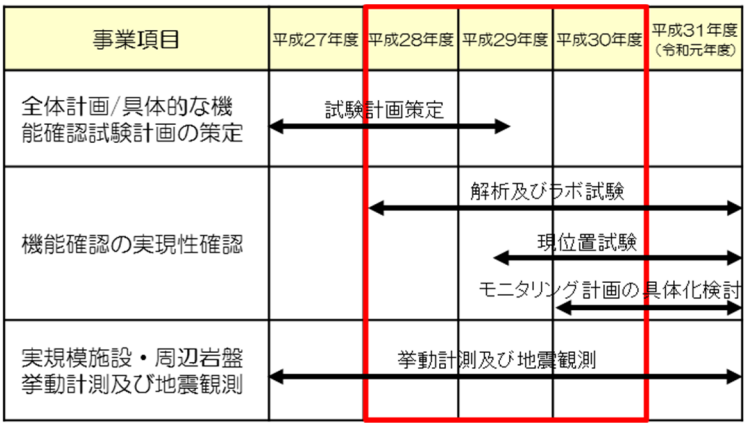


図２．Ｂ －１ 全体スケジュール

【主な成果】

○実物大の地下空洞（図２．Ｂ －　２）を活用し、人工バリアの長期挙動を地上で把握するため、光ファイバセンサーやケーブルの開発、モニタリングシステムの構築を行い、その適用性を確認した（図２．Ｂ －　３）。

○１００年以上の超長期間を対象とする長期挙動を予測するため、地震などの外部からのインパクトに対する変動が顕著な初期に着目し、人工バリアや周辺岩盤を対象としたひずみデータ、及び地震波のデータ（図２．Ｂ －　４）を４年程度取得した。特に、地震波については、地震応答解析を行い、地震時の挙動を評価することについて見通しを得た。

図２．Ｂ －　２　地下 100m程度に建設された地下空洞

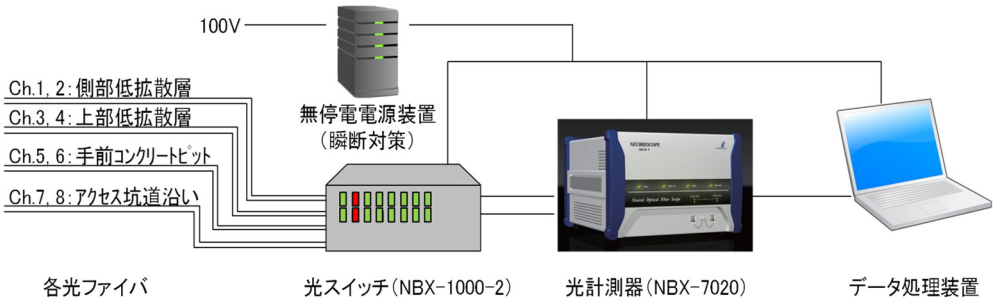


図２．Ｂ －　３　光ファイバセンサーを用いた計測システムの構成

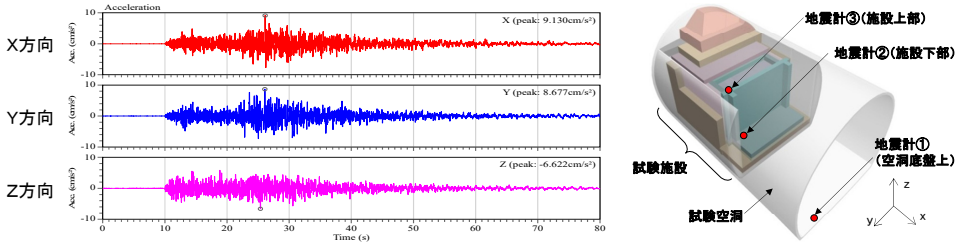


図２．Ｂ －　４　地震観測データの例（地震計③：施設上部、平成３０年１月２４日）

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数とする。		
指標目標値		
事業開始時（平成 27 年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：－
中間評価時（平成 28 年度）		23 件 低レベル放射性廃棄物処分における埋め戻し材に関する材料特性評価試験、実施規模で施工した緩衝材（ベントナイト）の透水係数の評価などについて公表
中間評価時（令和元年度）		17 件 研究の全体概要、シナリオ検討、挙動解析、バリア材の試験研究、光ファイバセンサーを始めとする計測技術、施設挙動・地震動挙動計測及び評価などを公表
終了時評価時（令和４年度予定）		実績：－

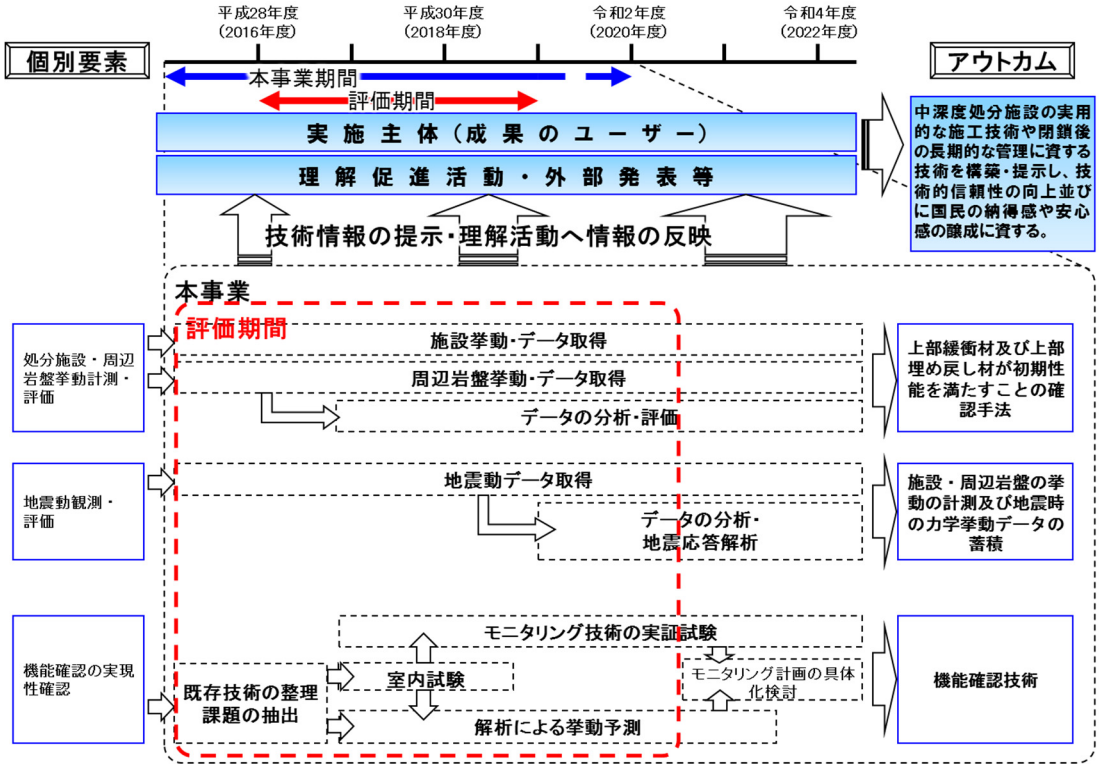
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
16	―	―	―	―	―	―

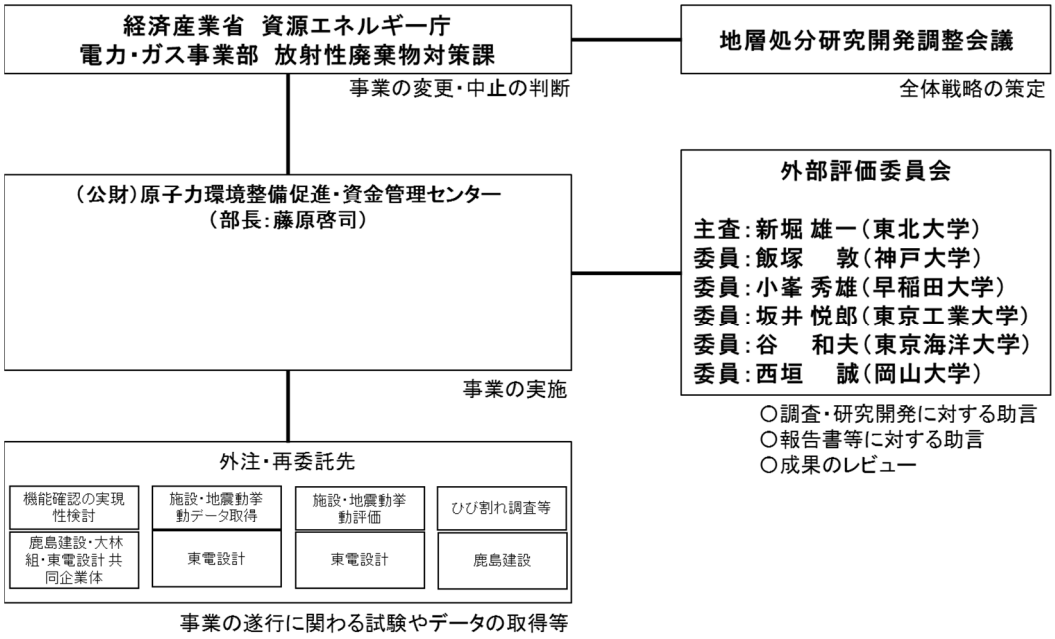
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、平成２８年度から平成３０年度の期間において、当該技術開発には 4.2 億円の国費を投入している。その中で 17 件の外部発表を実施している。

また、直接的な外部発表に加えて、地下空洞施設の一般公開も実施しており年間数百人以上の来訪者に対して放射性廃棄物処分に関する情報を提供しており、アウトカムに向けて必要なことを実施している。したがって、アウトプット・アウトカムと照らし合わせても妥当であると考えられる。

② 個別技術開発：原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発

１．事業アウトカム

事業アウトカム指標		
【指標】 クリアランス金属廃棄物の再利用の実現可能性を示す上で必要な検討項目数。 【設定理由・根拠等】 課題解決の過程においては、種々の検討項目を達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで、信頼性のある再利用技術となり、これがクリアランス金属廃棄物に対する安心感の醸成に資すると考えられる。		
指標目標値		
事業開始時（平成２７年度）	計画： 事業終了時までに 16 項目	実績：－
中間評価時（平成２８年度）		実績：7 項目 ・実証試験計画を策定した。
終了時評価時（令和元年度）		実績：16 項目 • 実証試験を通じて放射線影響の無いこと、経済的合理性があることを確認した。 • 材料規格案を策定した。 • また、国民の理解促進や安心感を得るための取組方策について検討・整理した。

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

図２．Ｂ －５のスケジュールを基本として、原子力発電所などの解体で生じるクリアランスレベル以下の金属廃棄物を、中深度処分を想定した放射線遮へい能力･耐久性を有する金属容器に利用するプロセスの技術開発と、その実用化に向けた経済的合理性に関する検討を実施した。

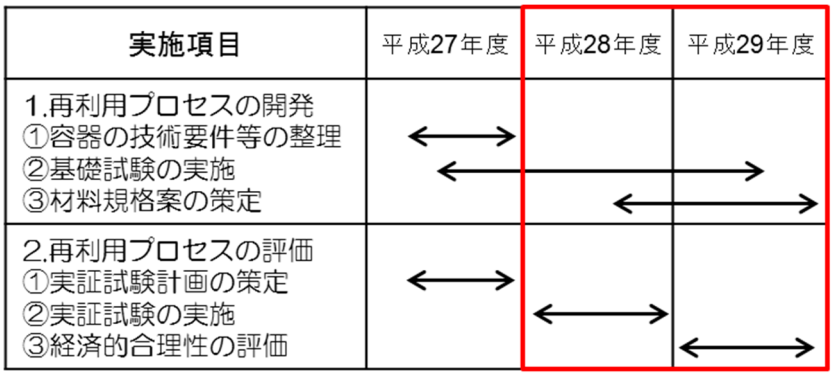


図２．Ｂ －５ 全体スケジュール

【主な成果】

○金属の耐久性に関する基礎試験を通じて（図２．Ｂ －６）、中深度処分の容器への再利用を想定した放射線遮蔽能力・耐久性に求められる材料規格案を策定した。

○実際のクリアランス金属を活用して、実物大の金属容器を試作し、クリアランス金属を加工しても作業・周辺環境等に有意な影響を及ぼさないことを実証した（図２．Ｂ －７）。

○クリアランス金属廃棄物の再利用プロセスに経済的合理性があることを確認した。

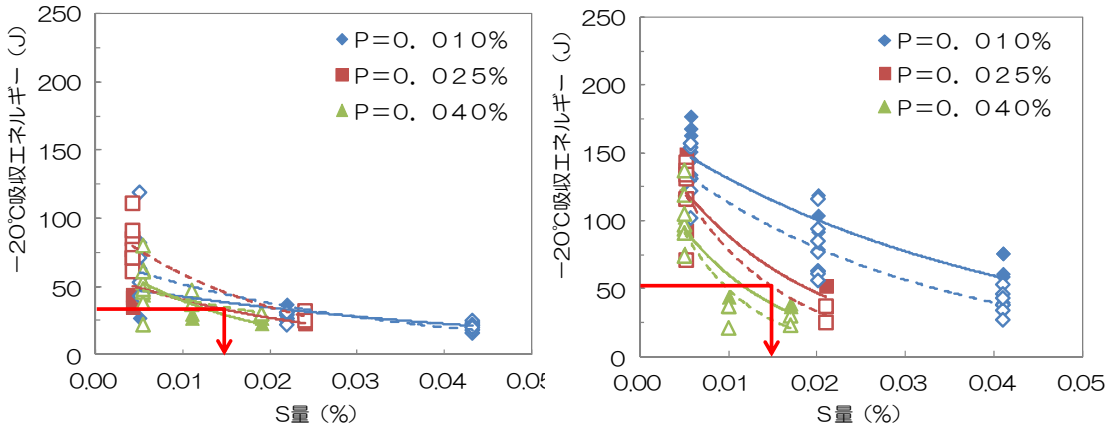


図２．Ｂ － ６ 基礎試験結果の例
（不純物含有量とシャルピー吸収エネルギー※）

※値が高いほど、靭性が高いことを示すパラメータ

図２．Ｂ － ７ クリアランス金属を用いた金属容器の試作結果

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数及び地元地域の方々への理解の獲得・促進に向けた説明会の回数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこでアウトプットの指標として外部発表件数を指標とする。また、アウトカムに向けた活動として地元地域の方々への説明会も指標とすることとした。		
指標目標値		
事業開始時（平成 27 年度）	計画： 事業終了時までに複数件の外部発表	実績：－
中間評価時（平成 28 年度）		実績：2 件 実際のクリアランス金属廃棄物を使用した実証試験に関する成果報告会を実施した。
終了時評価時（令和元年度）		実績：７件（合計） クリアランス金属廃棄物の工場への搬入、及び金属容器の試作結果などに関する説明会を実施した。

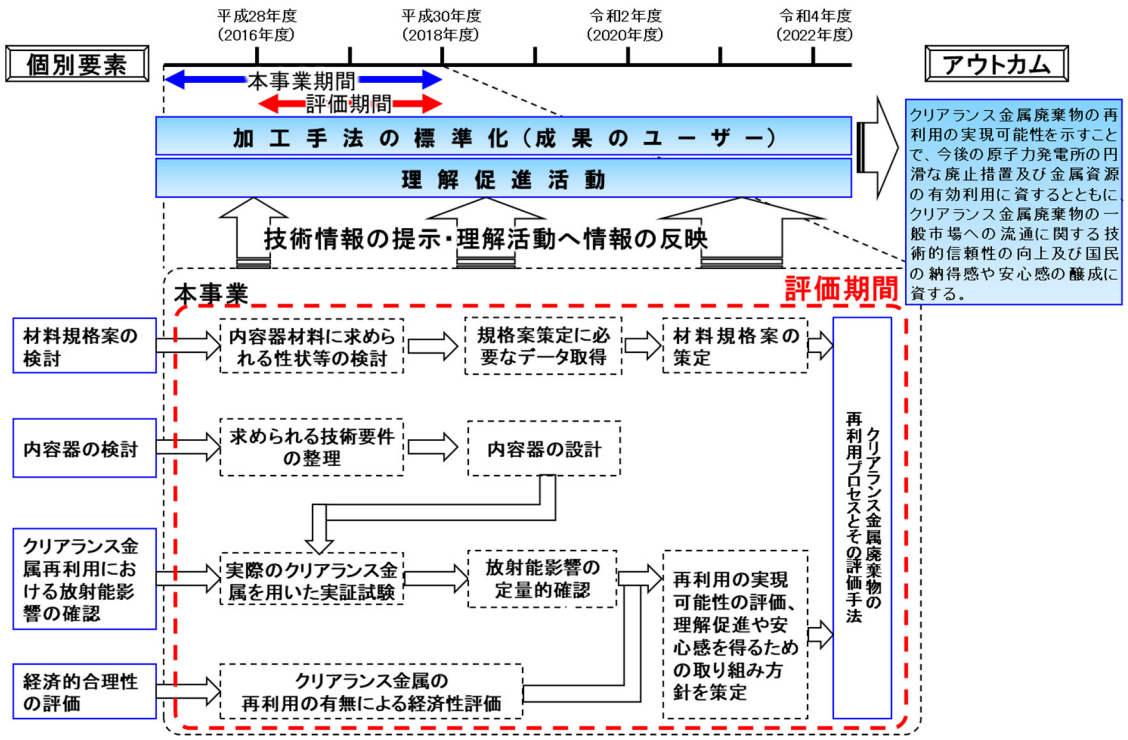
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
—	—	1	—	—	—	—

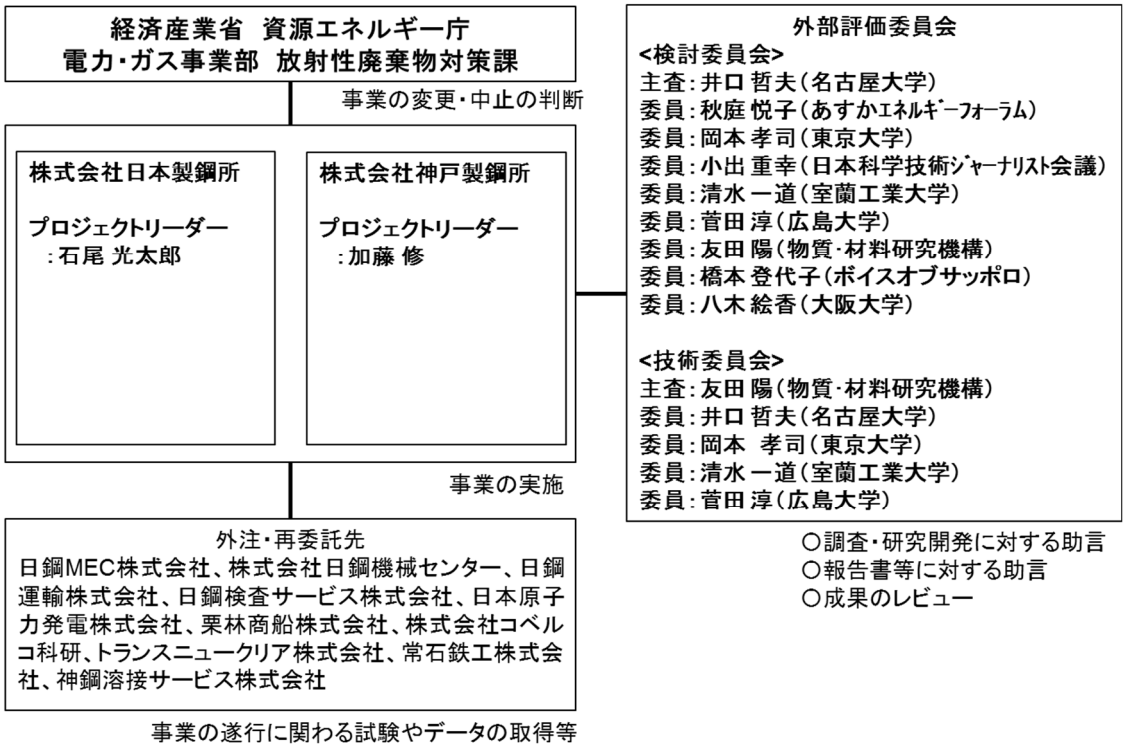
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、平成 28 年度から平成 29 年度の期間において、当該技術開発には 1.7 億円の国費を投入している。その中で１件の特許の出願が実施されるとともに、6 件の地元地域の方々向けの説明会や施設公開の実施されている。また、現在、材料の規格化に向けた手続きが進められており、クリアランス金属の再利用の実現可能性を示したと、同時に着実な理解促進が図られた。したがって、アウトプット・アウトカムと照らし合わせても妥当であると考えられる。

Ⅱ．外部有識者（評価検討会等）の評価

１．総合評価

○実規模の実用化に向けた実証試験が主体の研究開発であり、目標・実施内容ともに明確で着実に成果が蓄積されている。「地下空洞型処分施設機能確認試験」については、モニタリングによる施設の状態に関する定量化やモニタリング計画の検討方針なども示され、低レベル放射性廃棄物のみならず高レベル放射性廃棄物等の地層処分にも反映可能な成果が得られている。「原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発」については、技術の確立はクリアランス金属の再利用により処分費用の低減も見込め、費用対効果も期待できると考える。いずれも事業アウトカム、アウトプット共に妥当と判断できる。

○一方で、現場で遭遇した想定できなかった事象があれば、その対応も含めて整理することで実際の事業やコミュニケーションにおいても役立つ情報になると考える。また、いずれの個別要素技術においても他分野への応用や他プロジェクトとの協働により相互に効率的に検討が進む点もあるので、その点は考慮する必要がある。加えてアウトプットとしての発表論文数が少ない傾向が認められ、アウトプット指標の見直し、又は成果の論文化が望まれる。

【肯定的所見】

○実規模の実用化に向けた実証試験が主体の研究開発であり、目標も明確で、着々と成果が蓄積されていることは評価できる。実規模の実証試験は技術の高度化もさることながら、信頼性向上、安全・安心のアウトカムに目標を達成する近道と認識される。（Ａ委員）

○このプロジェクトで実施されている「地下空洞型処分施設機能確認試験」については、設計した処分施設の機能確認を建設・操業・閉鎖後の段階に応じてどのようなモニタリングによって確認していくかを明らかにするため、モニタリングを管理モニタリングと施設の状態を定量化するためのモニタリングに分類し、後者についてモデルによる解析による施設状態の定量化を関連付けてモニタリング計画の検討を行うというアプローチについては妥当であると言える。また、検討されるモニタリング計画を実現する上で重要となる光ファイバセンサーを利用する計測技術の開発を行うことも適切である。中深度処分におけるモニタリングに関する研究開発は、地層処分にも共有して適用可能な内容を含んでおり、またモニタリングは処分に関する国民理解の醸成の観点で重要であることから、本プロジェクトを進めることは大変意義深いものである。（Ｂ委員）

○「原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発」については、原子力発電所の廃止措置と連携した、処分前管理の最適化に関する取組の一つとして重要なものであり、これまでの取組によって適用性について見込みを得ていることは評価できるものである。この技術については、TRU等廃棄物の処分容器、福島第一原子力発電所の廃止措置や環境回復に伴う廃棄物処分への適用も考えられる汎用性が高いものであると考えられる。（Ｂ委員）

○「地下空洞型処分施設機能確認試験」及び「原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発」の両研究課題ともに、アウトカム・アウトプット・研究計画のいずれも妥当であり、国民の納得感及び安心感の向上に直接つながる内容となっている。また、金属廃棄物利用技術の確立は、廃棄物処分費用の低減をもたらすことから、費用対効果も期待できる。（Ｃ委員）

○国が主導して研究開発を行うプロジェクトであることがよく理解できた。（Ｄ委員）

○この研究プロジェクトで得られた成果は、「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発」でも役立つ成果が多いと思う。（Ｄ委員）

○研究項目の範囲が限られているので内容は分かりやすく、事業アウトカム、研究開発内容及び事業アウトプットは妥当だと思います。国が実施することの必要性もあると思います。（Ｅ委員）

【問題点・改善すべき点】

○現場で遭遇した想定できなかった事象があれば、その対応も含めて記述することもコミュニケーションに役立つ情報である。（Ａ委員）

○「地下空洞型処分施設機能確認試験」に関しては、近い将来規制基準の策定が見込まれ、その動向を反映して柔軟に研究開発を進めていくとともに、規制基準策定にも資するよう、その成果をタイムリーに公表・発信していくことが極めて重要である。実規模施設の設計・建設経験に基づく管理モニタリングのあり方や施工（品質）の妥当性の確認方法（判断基準を含む）と、これらによって設定される処分システムとしての初期条件や境界条件に基づき、モデル解析によって状態変遷予測するために必要となるモニタリングを体系化し、一貫したモニタリング計画として提示できるように、今後の研究開発を進めていくことが必要である。これによって、モニタリングの範囲や測定点などを最小化し、閉鎖後長期の安全機能に影響を与えないようにすることが重要である。その際、解析モデルは閉鎖後に及ぶ施設の長期的な状態変遷を適切に把握する上で妥当なものであることを別途確証していく必要がある。このため、既に構築している実規模施設を利用したモデルの確証試験などが十分なものであることを明確にしておくことが有益である。（Ｂ委員）

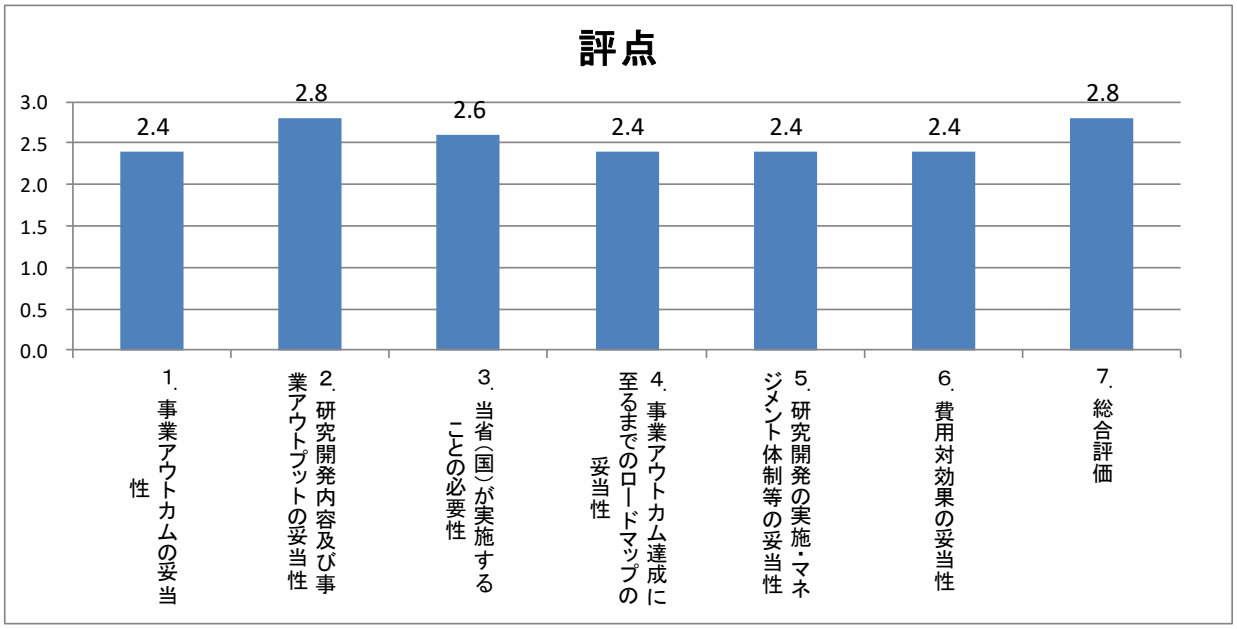
○「原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発」については、TRU 等廃棄物の処分容器、福島第一原子力発電所の廃止措置や環境回復に伴う廃棄物処分への適用も視野に入れて、その適用性を評価するために必要となる情報を提供できるよう成果を適切に取りまとめておくことが重要である。特に安全規制上の課題や、国民理解のための方法などについて綿密な分析を行っておくことが重要である。（Ｂ委員）

○アウトプットを論文数とすると発表論文数が少ない点が気になる。違う観点が必要ではないか。（Ｄ委員）

○全般的に成果の公表が少ないと思います。「地下空洞型処分施設機能確認試験」では、年度報告書を見るとかなり多くの条件下での計算など多数のことを実施しているにも関わらず、学会発表が主で、研究成果としてきちんと投稿論文の形で成果報告がなされていないのは、残念な気がします。「金属廃棄物利用技術開発」に関しては、実務的技術開発であることを想定しても、平成２９年度に終了していることを考えると、成果の公表が少ない。（Ｅ委員）

Ⅲ．評点法による評点結果

	評点	A委員	B委員	C委員	D委員	E委員
1．事業アウトカムの妥当性	2.4	3	2	2	3	2
2．研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性	2.8	3	2	3	3	3
3．当省（国）が実施することの必要性	2.6	3	2	3	3	2
4．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性	2.4	2	2	3	3	2
5．研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性	2.4	2	2	3	3	2
6．費用対効果の妥当性	2.4	3	2	3	2	2
7．総合評価	2.8	3	3	3	3	2



C．放射性廃棄物共通技術調査

Ⅰ．研究開発課題（プロジェクト）概要

プロジェクト名	放射性廃棄物共通技術調査
行政事業レビューとの関係	平成２８年度　行政事業レビューシート　事業番号　０４０３ 平成２９年度　行政事業レビューシート　事業番号　０３４８ 平成３０年度　行政事業レビューシート　事業番号　０３２４
上位施策名	第４期科学技術基本計画（平成２３年８月）、エネルギー基本計画（平成２６年４月）、特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針（平成２７年５月）
担当課室	経済産業省資源エネルギー庁　電力・ガス事業部　放射性廃棄物対策課

プロジェクトの目的・概要

放射性廃棄物の着実な処分の実施、処分候補地選定の推進や安全性の向上を通じた国民の地層処分に対する納得感や安心感の醸成を目的として、処分事業の推進に必要な基盤技術（調査技術や評価技術）の整備及び高度化を実施する。これらを通じて、放射性廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進と着実な処分の実施を推進する。

放射性廃棄物処分については長期的事業展開等を視野に入れた継続的取組が不可欠である。そのため、処分事業等の基盤となる共通的な技術を先行的に整備する必要がある。具体的には、日本固有の特徴を考慮し、農作物や土壌等に対する放射性核種の生物圏移行評価手法の高度化を図る。これらを通じて、放射性廃棄物の安全評価技術に関する国民理解の獲得・促進と着実な処分の実施を推進する。

予算額等（委託）　（単位：百万円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期	事業実施主体
平成１２年度	平成２９年度	平成２８年度	令和元年度	量子科学技術研究開発機構
H28FY 執行額	H29FY 執行額	H30FY 執行額	総執行額	総予算額
８９	７５	―	１６４	１７２

① 個別技術開発：放射性核種生物圏移行評価高度化開発

１．事業アウトカム

<table>
<tr><td colspan="3">事業アウトカム指標</td></tr>
<tr><td colspan="3">着実に各検討項目を実施することで、信頼性のあるデータの拡充・評価方法の精緻化が進められ、これが放射性廃棄物処分の安全評価に対する納得感・安心感の醸成に資すると考えられる。そこで、生物圏における核種移行に関するデータの拡充と、それに伴う人間への影響評価の精緻化をする上で必要な検討項目数を指標と設定する。</td></tr>
<tr><td colspan="3">指標目標値</td></tr>
<tr><td>事業開始時（平成 25 年度）</td><td>計画：
事業終了時までに
８６項目</td><td>―</td></tr>
<tr><td>中間評価時（平成 28 年度）</td><td rowspan="3"></td><td>実績：５６項目
・気温が異なる地域で土壌－植物間移行パラメータ（TF）を収集した。
・炭素１４の土壌から大気へのガス化率のデータを収集した。
・Pu 及び Th の高精度質量分析法を確立した。</td></tr>
<tr><td>終了時評価時（令和元年度）</td><td>実績：８６項目
・気温の異なる地域での TF 及び異なる気温での Kd データベースを拡充した。
・炭素１４の水稲移行は、微生物活動による土壌から大気への炭素１４放出がキー・パラメータになることを示した。
・日本の Pu、Th 及び Cl の TF データを収集した。さらに、日本全域から採取した畑土壌中の Am 濃度を測定し、Pu との比較を行った。</td></tr>
<tr><td>事業目的達成時</td><td>実績：同上
・IAEA 等の国際機関のデータベースに本事業で得られたデータを登録した。
・炭素１４の土壌中挙動は土壌微生物によるガス化が重要である事を IAEA の TECDOC に記載した。
・炭素１４の水稲移行モデルを構築した。
・実際の水田環境における Pu の TF が既存値より、1-2 桁低いことを示した。</td></tr>
</table>

２．研究開発内容及び事業アウトプット

（１）研究開発内容

【概要】

図２．Ｃ－１のスケジュールを基本として、放射性廃棄物の地層処分に関わる安全評価上重要となる、核種の環境移行パラメータの取得及びデータベースの拡充を実施する。

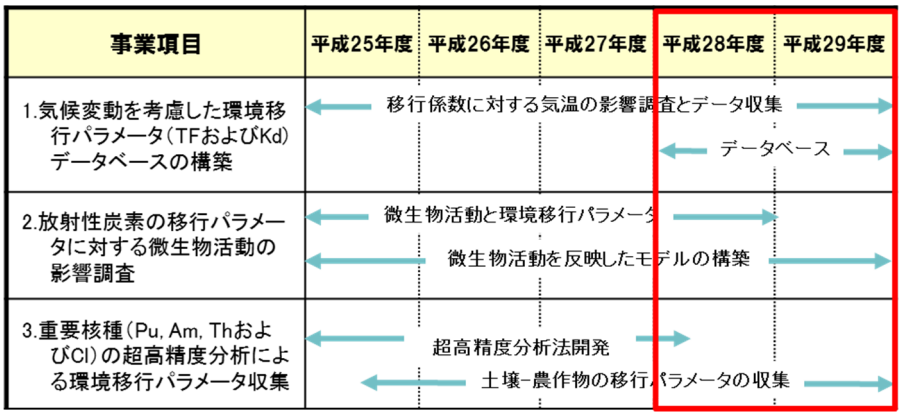


図２．Ｃ－１ 全体スケジュール

【主な成果】

○気候変動を考慮した環境移行（土壌－植物間移行）パラメータの取得において、気温が低い地域と高い地域のコメ・ジャガイモ・土壌を活用し、移行パラメータのデータベースを拡充した（図２．Ｃ －２）。

○放射性炭素の水稲移行モデルの精緻化・不確実性解析の結果、近傍大気中の炭素１４濃度が水稲穂部の炭素１４含有量に強く影響しており、微生物活動による炭素１４放出が重要なパラメータになることを提示した。

○環境中の Am の挙動解析のために、グローバルフォールアウト由来の微量 Am の高精度質量分析法を確立し、日本全域畑土中 Am などの子孫核種の濃度分布などから、親核種である Pu、Th、Cl の移行パラメータ（TF）を取得し、データベースとして国際機関（IAEA）に公表した（図２．Ｃ －３）。

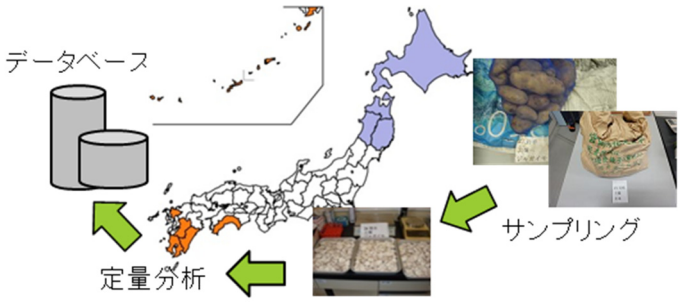


図２．Ｃ －２ 気候変動を考慮した移行パラメータ取得方法のイメージ

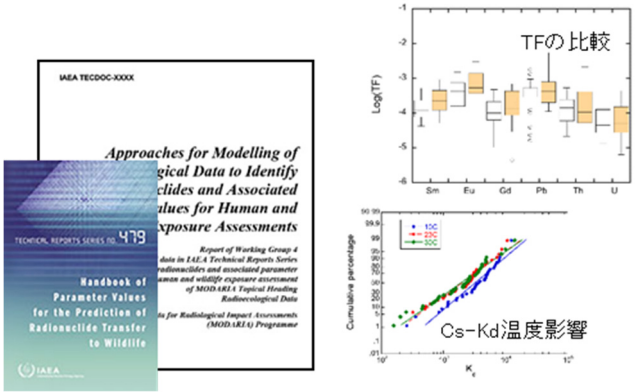


図２．Ｃ －３ 核種データを国際機関に公表

（２）事業アウトプット

事業アウトプット指標		
【指標】 事業実施によって得られた技術や知見に関する外部発表件数 【設定理由・根拠等】 各種アウトプットの過程においては、種々の要素技術など外部発表が可能な知見が得られる。そこで、アウトプットの指標として外部発表件数を指標とする。		
指標目標値	計画	実績
事業開始時（平成 25 年度）	・事業終了時までに複数件の外部発表	実績：―
中間評価時（平成 28 年度）		実績：１７０件 福島原子力発電所事故により環境中に放出された放射性物質の環境半減期の把握、IAEA TRS-479 へのデータ公表等を実施した。
終了時評価時（令和元年度）		実績：２４２件（合計） IAEA の TecDoc にデータを記載（3 報）、米への TF-Pu 取得等を公表した。

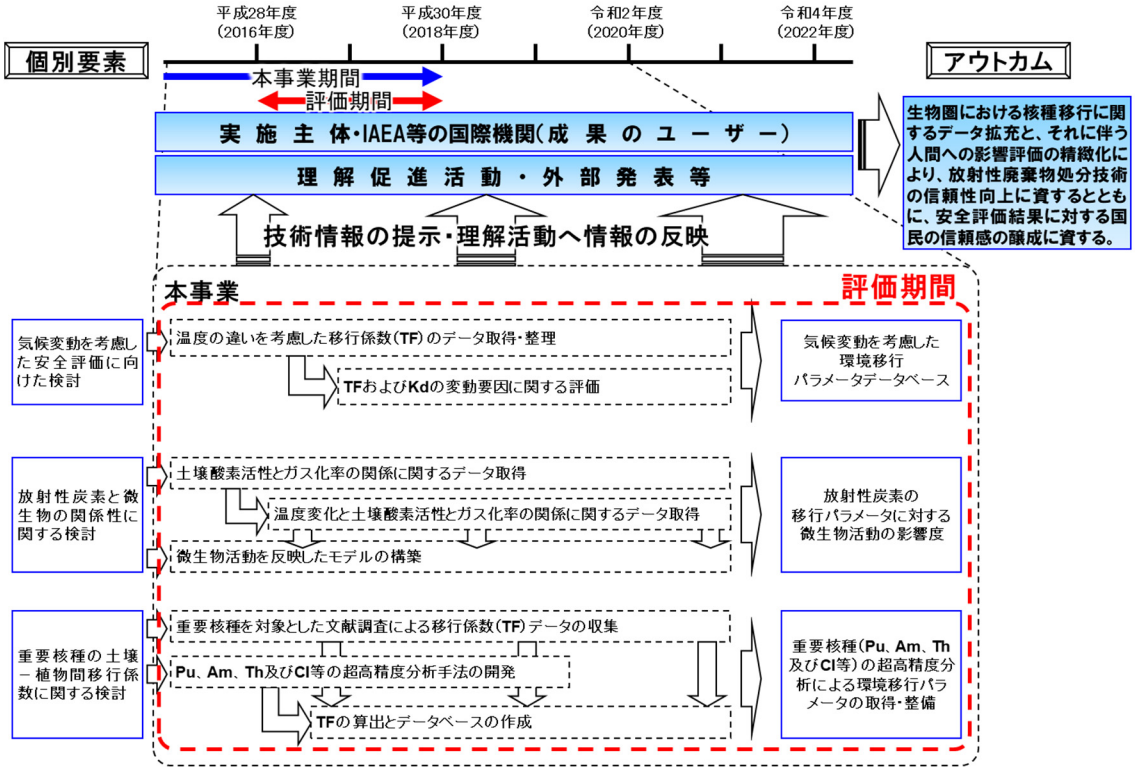
＜共通指標実績＞

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	国際標準への寄与	プロトタイプの作成
２６	１２９	0	―	―	1	―

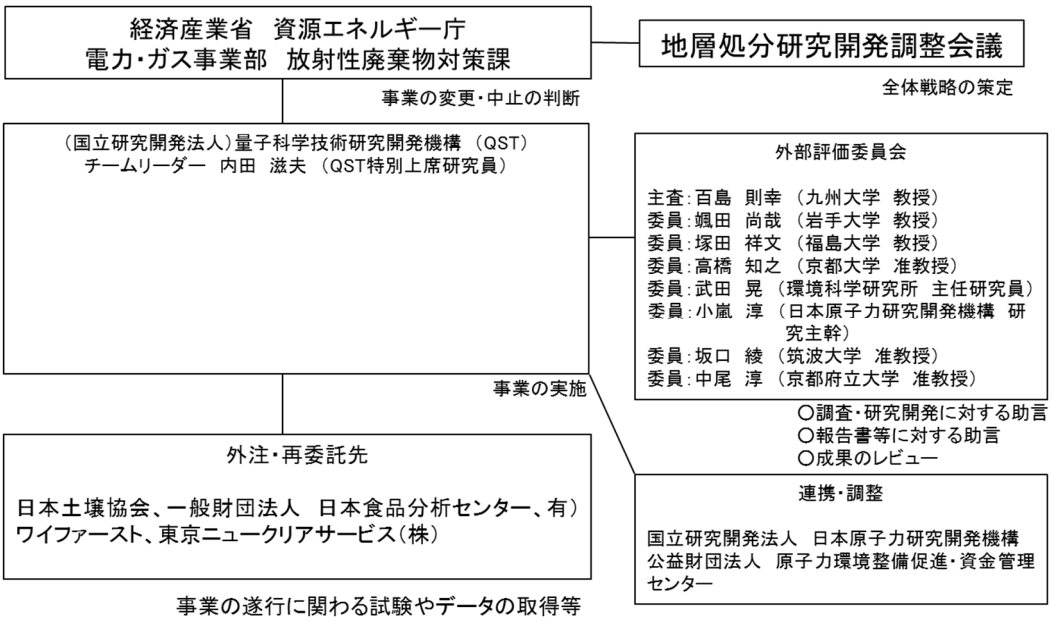
３．当省（国）が実施することの必要性

「第１章Ⅰ．３．　当省（国）が実施することの必要性」のとおり。

４．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



５．研究開発の実施・マネジメント体制等



６．費用対効果

「第１章Ⅰ．６．費用対効果」のとおり、平成２８年度から２９年度の期間において、当該技術開発には１．６億円の国費を投資している。その中で、日本固有の特徴を反映したデータを多く取得し、６３件の外部発表がなされている。また、国際機関が発行するレポートに多く引用され、その費用対効果は特筆すべきものである。

加えて、それぞれの外部発表は、当該分野の国内外の技術者・研究者への理解促進にも寄与しており、アウトプット及びアウトカムに照らし合わせても妥当であると考えられる。

Ⅱ．外部有識者（評価検討会等）の評価

１．総合評価

○我が国独自に取得しなくてはならない生物圏の核種移行に関するパラメータの整備、分析技術の高度化などを実施しており、多数の投稿論文や国際データベースへの登録など、アプローチを含めて適切に実施されていると評価できる。また、平成３０年度の地層処分研究開発全体計画で示された実施主体への技術情報の提供に向けた技術基盤は整えられていると評価できる。

○一方で、取得されている情報が限定的であり、国民の安心感の観点からは継続的に他の植物種に関する検討が必要と考えられる。将来、実際の処分サイトが明らかとなった際にはサイト固有のパラメータを整備する必要があり、そのための専門技術を有する人材の育成や知識の伝承に関する方針が明確ではなく、懸念が残る。また、技術的には高く評価できるが、難しい情報の幅広いステークホルダーに向けたコミュニケーションに向けた検討が不十分と感じる。

【肯定的所見】

○生物圏の核種移行に関するパラメータの整備、分析技術の高度化などを実施し、多数の論文発表や国際基準への寄与の実績を示した点は評価できる。かなり学術的なプロジェクトであるが、放射性廃棄物の処分の基盤を広げる意味で重要。（Ａ委員）

○線量の評価に直結する生物圏における放射性核種の移行に係るパラメータの整備は、処分の安全性を論ずる上で必要なものである。こうしたパラメータは、移行経路を決定する地表環境や食習慣などの生活様式などを日本の特徴を考慮して取得する必要があり、この観点から国が統一的に体系的かつ戦略的にパラメータを整備してきたと認められる。これらのパラメータ整備の実施体制やそのアプローチ（多数の論文投稿や国際データベースへの登録などの方法論、試験技術開発、結果の妥当性評価と権威付けの方法）については、客観性、中立性や技術的品質の保証に基づく信頼性を確保する上で適切なものと高く評価できる。これらの成果は、処分の実施主体だけではなく、規制機関が参照する上でも有効性の認められるものになっていると考える。（Ｂ委員）

○平成３０年度に策定された全体計画では、平成３０年度以降、NUMO への技術情報の提供、国民への理解活動の情報に反映することが目的として設定されているが、このための技術基盤は整えられていると評価する。（Ｂ委員）

○我が国が独自に取得しなくてはならない放射性核種の水稲移行データなどを含めて、生物圏核種移行パラメータの整備・拡充が図られた成果は大きい。多数の論文発表に加えて、それらの被引用数が高いことは研究成果が学術的にも高い評価を受けていることを明示している。他の研究課題との連携もとられており、マネジメント体制も妥当であったと思われる。（Ｃ委員）

○核種の生物圏での移行に関する研究は、福島第一原子力発電所の事故が発生した我が国で実施できる研究であり、その研究成果は世界で共有するべき貴重なものと評価できる。（Ｄ委員）

○放射性廃棄物処分に関連する共通技術をカテゴリー化し、研究プロジェクトを遂行することは、個々の研究の共有部分を最大化する点からも進めるべきと思う。そのためにも、対応する研究プロジェクトが終了してもこの項目は残される方が良いと思う。（Ｄ委員）

○この分野は、日本における放射性廃棄物の地層処分の評価を行う上で共通技術として重要である。実施内容が限定されているため、内容は分かりやすく、事業アウトカム、研究開発の内容及び事業アウトプットは妥当だと思います。国が実施することの必要性もあると思います。成果として多くの論文投稿が見られている点は評価できます。（Ｅ委員）

【問題点・改善すべき点】

○処分サイトが明らかになった際には、そのサイトに固有のパラメータを整備することも必要であり、事業の長期性を考慮して最新の科学的知見に基づく専門的スキルを有する人材育成や知識の伝承を継続的に行っていくことが必要である。量研機構には引き続き中核を担う機能を期

待するべきと考えるが、実施方針などが必ずしも明確でないと感じる。（B委員）

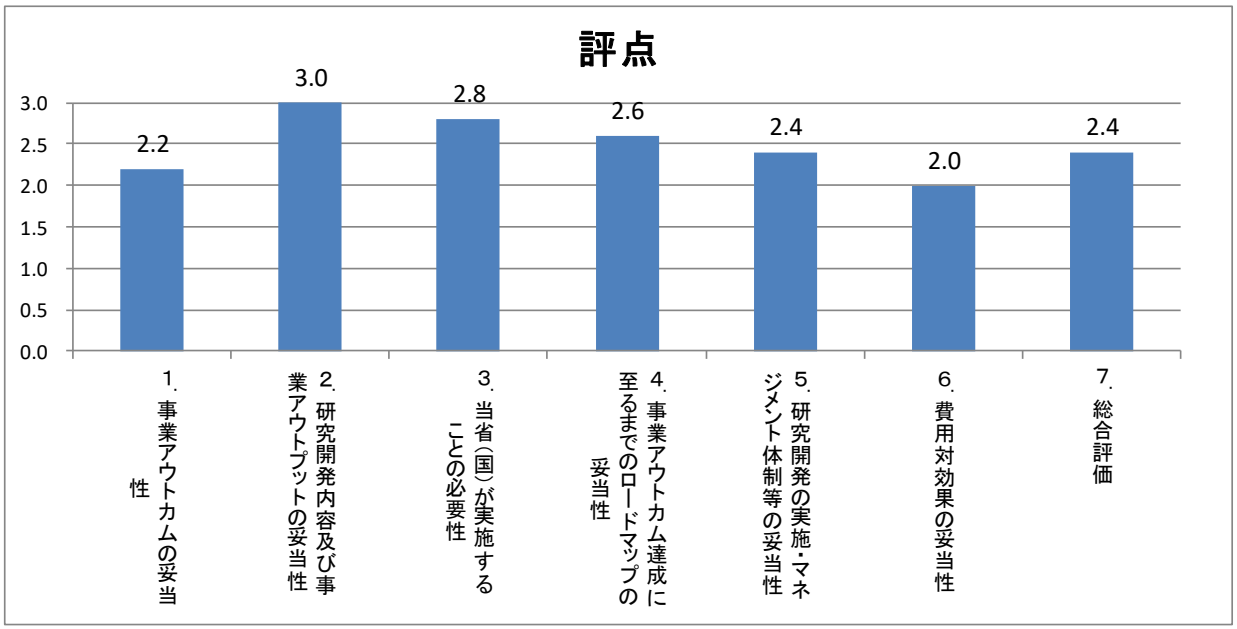
○パラメータ整備のプロセスは適切であることは技術的に高く評価されるものであるが、幅広いステークホルダーに伝わることが処分に関する国民理解の醸成に極めて重要であると考えられ、こうしたコミュニケーションについては、必ずしも十分に努力が払われているとは言えない。（B委員）

○対象となる研究は終了となるが、当該技術調査はプロジェクト全体で共通の研究であり、これの研究が終了となっても共通技術調査として実施するべき研究を探す必要がある。（D委員）

○対象としているのが、土壌、稲、イモと限定されていて、国民の安心感という観点からは、他の植物種に関する検討が必要だと感じます。（E委員）

Ⅲ．評点法による評点結果

	評点	A委員	B委員	C委員	D委員	E委員
1. 事業アウトカムの妥当性	2.2	1	3	3	2	2
2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性	3.0	3	3	3	3	3
3. 当省（国）が実施することの必要性	2.8	3	3	3	3	2
4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性	2.6	2	3	3	3	2
5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性	2.4	2	3	3	2	2
6. 費用対効果の妥当性	2.0	0	3	3	2	2
7. 総合評価	2.4	2	3	3	2	2



第３章　今後の研究開発の方向等に関する提言

Ⅰ．複数課題プログラム

○放射性廃棄物処分関連分野プログラムでは技術的信頼性を向上させることが主な目的となっていることから、放射性廃棄物の処分についてはいまだに技術的に問題点が多いかのような印象を与え、一見して「国民の地層処分に対する納得感や安心感の醸成」に反するようにも捉えられる。このため、研究開発成果を国民へ効果的に発信するためのコミュニケーション技術の向上、技術的進展によってコストを削減する取組の拡大、人工知能やビッグデータなどの他分野の技術の取り込み、研究開発を取り巻く状況変化への配慮などを通じて、アウトカムの達成に向けて継続的に取り組むことが必要である。

○また、今後は、各プロジェクトの成果の統合化と人材育成も必要となることから、年度単位の研究成果を情報共有する場を設定するなど、マネジメント体制の具体化を進めるべきである。また、個々の技術開発内容は世界的にも貴重なデータや知見を生み出す内容であり、今後日本が地層処分技術をもって海外に技術協力や輸出などを行う際にも重要な支援情報となり得る。したがって、これらの点を踏まえたアウトカム指標及び目標の設定が必要となろう。

【各委員の提言】

○社会の合意を進めるには、地層処分の安全・安心を説得するのではなく、個々人が自分で判断できるように理解の醸成を図ることが重要である。コミュニケーション技術の醸成も重要である。（Ａ委員）

○信頼性の向上には、課題達成への難題とその克服の努力を語ることも重要である。いい事ずくめの成果の記述に工夫が欲しい。（Ａ委員）

○言うまでもないことだが、地層処分や他の分野でも進展が予想される、技術の動向に注視したい。今はやりの IoT や AI、コンピュータによるビッグデータの活用など、ソフト的な技術面でも。地層処分の研究開発やコミュニケーション技術のツールとしての発展が期待される。（Ａ委員）

○これまでのところ、当該複数課題プログラムは適切に実施されていると言えるが、問題点や改善点に対する具体的対策を明らかにするとともに、今後研究開発を取り巻く状況の変化として想定しうる、

- 低レベル放射性廃棄物（中深度処分）に対する規制基準の作成、高レベル放射性廃棄物等の地層処分の規制基準に関する議論の開始
- 地層処分に関する文献調査の開始

などについて、その場合にも研究開発が適切に進められるような仕組みや方法について、予見的に検討を行っておくことが重要であると思われる。（Ｂ委員）

○研究開発成果を国民へ効果的に発信するための体系的な取組が不可欠である。また、知識マネジメントを含めた、効果的な人材育成プログラムを検討し、長期にわたった人材確保と図る必要がある。（Ｃ委員）

○個々のプロジェクトリーダーが一同に介して年度単位の研究成果を発表し、情報共有する場が必要ではないか。その場をオープンなシンポジウム形式として、録画するなど研究成果を広く国民に知ってもらう場とする取組があると良いと思う。（Ｄ委員）

○放射性廃棄物処分関連分野プログラムでは技術的信頼性を向上させることが主な目的となっていて、コスト低減に関するプログラムがないように思えます。「国民の納得感」というアウトカムでは、コスト削減が重要であると考えます。大規模な坑道掘削では多額な費用となることは明白であり、このコスト削減は重要な課題であると考えられます。坑道掘削は不均質性に大きく影響を受けるために明確な改善策はありませんが、この数十年間の徐々なる技術的進展によって徐々

にコスト低減がなされています。これに国が積極的に関わり研究支援することによって新たなる工法の開発や改善がなされれば、研究費用に比べて建設コストが大きく低減することが期待できると思われます。既に技術は確立されているので国が関与する必要はなく、民間の建設会社がすれば良いとの意見もありますが、それではなかなかコスト低減はなされないように思えます。また、技術的信頼性の向上だけを目的とした場合に、放射性廃棄物の処分はまだまだ技術的に問題点が多くあると言っているようにも聞こえ、事業アウトカム指標である「国民の地層処分に対する納得感や安心感の醸成」に反するようにも思えます。ここで、コスト低減な研究プログラムを入れることによって、技術的問題点だけでなく、コスト的問題点も切り込んでいることを国民に理解いただき、「国民の地層処分に対する納得感や安心感の醸成」を目指すことが必要であると考えます。（Ｅ委員）

〈上記提言に係る担当課の対処方針〉

○継続的に他分野の技術の進展など研究開発を取り巻く状況の変化に柔軟に対応できるように取り組む。コミュニケーション技術の向上については、放射性廃棄物共通技術調査等事業の一環として技術者のコミュニケーション技術の向上も視野に入れた人材育成プログラムを検討している。これらの取組も通じて、アウトカム達成に向けて継続的に取り組む。なお、コスト削減に関する検討は、地層処分事業の実施主体の技術開発として鋭意取り組んでいく。

○事業者間での研究成果を定期的に共有する仕組みの構築などを通じてマネジメント体制を強化する。また、各プロジェクトの技術開発成果は、海外への技術協力や輸出に資するものであり、このような成果は、アウトカムである国民の納得感や安心感の向上・醸成にも資すると考えられる。よって、今後もアウトプット指標の一つとして、海外への外部発表を推進する。

II. 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発

○計画を着実に進めることは大切な事であるが、他分野の科学技術の進捗も勘案して取り入れていくことも重要と考える。合わせて、同時並行で進められている他の個別要素技術の開発で得られている成果も、他の個別要素技術開発にとっても相互に有用なものであり、それらのタイムリーな情報共有ができるような場を検討することも必要と考える。

○アウトカムに掲げている「国民の地層処分に対する納得感や安心感の向上・醸成」に向けて、プロジェクトリーダーや実際に研究開発を行っている技術者自らが、その研究の意義や成果などを広く国民に分かりやすく情報提供・公開していくことが今後重要になると思われる。

○深地層の研究施設を活用した検討に重きが置かれているが、深地層の研究施設にのみこだわらず、研究分野の特性に応じて国内の様々な地質環境も想定した検討が必要である。

【各委員の提言】

○ロードマップに沿って着々と実行していくことは重要だが、実証試験から抽出された問題点を科学技術の進歩に遅れずに、研究開発に取り組んでいく姿勢も重要である。（Ａ委員）

○各個別要素技術の開発で得られる成果は、他の個別要素技術開発にとっても有益な情報・データを提供できる場合が多いと考えられ、相互に成果を共有するとともに重複を避けた効率的な研究開発を実施するための、より効果的な仕組みを構築することはプログラム全体の成果を高めることにつながると思われる。既に、各年度の成果は取りまとめ後早期に公開し参照可能とするなどの取組が行われているが、年度の実施過程において相互に情報交換を行うことができるような場を設定する、各プロジェクトの交流をより活発にすることは意義のあることと考える。また、論文数は、技術的な意義や信頼性を保証する上で重要な指標であることは論をまたないが、「放射性廃棄物処分関連分野」のアウトカムとしている「国民の地層処分に対する納得感や安心感の向上・醸成」に関しては、実際に研究開発を行っている技術者自らが、その研究の意義や成果を幅

広いステークホルダーに、分かりやすく発信することが、今後、より重要となると思われる。こうした情報発信の場となるような成果報告会をプロジェクトのまとまりごとに実施することも一案である。（Ｂ委員）

○各個別要素技術間の関係性をより明確にして連携を促すとともに、福島第一原子力発電所の廃止措置に関連した種々の研究プロジェクト等との連携も深め、より効率の良い体制のもとで研究開発を展開することが望まれる。（Ｃ委員）

○個々のプロジェクトリーダーが研究発表を行う公開シンポジウムなどを企画し、広く国民に対して情報公開を行うと同時に、リーダー同士の情報共有の場にしてはどうかと思う。（Ｄ委員）

○硬岩の代表として瑞浪の地下研究施設の花崗岩は岩種として標準的なものであると思うが、幌延の地下研究施設の岩盤は珪質泥岩であり、堆積岩としてはその範疇の１つでしかもやや特殊であり、その結果をもって、全ての堆積岩の特徴を表しているとは言いにくいので、他の岩種（凝灰岩、砂岩、泥岩など）もある程度想定した検討が必要だと思います。特に科学的特性マップで好ましいと公表された沿岸地域を想定した場合には、不透水層としての泥岩の役割が重要となりますので、その点の研究が必要だと考えます。（Ｅ委員）

〈上記提言に係る担当課の対処方針〉

○今後、他分野の技術の進捗も柔軟に取り入れていく。また、個別要素技術開発で実施している内容や成果を定期的に共有できる仕組みを検討する。

○アウトカムの達成に向けて、別途「放射性廃棄物共通技術調査」の中で実施している人材育成プログラムの構築に向けた調査事業なども活用し、技術者自身による情報発信の意識を高めるよう検討を進めていく。

○継続的に、研究分野の特性に応じて、深地層の研究施設以外の現場も活用した技術開発を実施していく。

III. 低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発

○本プロジェクトは工学技術開発であることから、研究成果を論文化することが難しいことは理解できるものの、成果の公表が重要な項目と捉え、これまで以上に成果の公表に注力することが必要である。加えて、アウトカムとの関係では、廃棄物の処分技術を体感する機会を増やすことを通じて国民の理解促進に積極的に貢献していくこと、他のプロジェクトと緊密な連携を図ることが不可欠である。

○地下空洞型処分施設機能確認試験については、実規模大の施設を利用した長期モニタリング技術を開発しており、着実に進展している。例えば、コンクリート構造物における不測の事態として、ひび割れの発生を検知できる仕組みを構築しつつある。なお、実規模施設を利用した技術の実証においては、原位置試験において必要となる時間とコストに配慮した今後の研究開発の継続が望まれる。

○原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発については、実際のクリアランス金属を用いて金属廃棄物利用技術を実証できたことは評価できる。研究プロセス及びロードマップの設定が明確であるとともに、廃炉問題を抱える地域の住民への安心感、信頼性の醸成に実際に役立つものであり、アウトカムに照らして妥当と判断する。

【各委員の提言】

○蓄積された膨大なデータの利活用も今後の検討事項と考える。（Ａ委員）

○このプロジェクトについては、他のプロジェクトである「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に

関する技術開発」と関連性が高く、緊密な連携を図っていくことが成果を相互に高める上で有効であると考えられる。そのための具体的な仕組みを構築するとよい。例えば、以下の点で有益であると考える。（Ｂ委員）

- モニタリングに関する技術は、地層処分にとっても共通的に適用できる部分が多く、現行の「地層処分施設閉鎖技術確証試験」では、性能確認を目的としたモニタリング技術の開発が継続して実施されている。
- モニタリング技術を開発していく上で重要な役割を果たす、施設の状態を把握するためのモデルとして、現行の「ニアフィールドシステム評価確証技術開発」で開発されているマルチフィジックス解析モデルを活用し確証できれば相互に有益なものとなる。
- 光ファイバセンサー技術開発に関する情報についても、他の個別要素技術と相互に情報交換することが有益である。

○実規模施設は、見学によって技術を体感できることから、処分に関する国民理解の促進にも貢献できるものと考えられる。この観点から、幅広いステークホルダーに対する研究開発成果の情報発信の場として更に活用することを期待する。（Ｂ委員）

○「原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発」については、原子力発電所の廃止措置と連携した、処分前管理の最適化に関する取組の一つとして重要なものであり、これまでの取組によって適用性について見込みを得ていることは評価できるものである。この技術については、TRU 等廃棄物の処分容器、福島第一原子力発電所の廃止措置や環境回復に伴う廃棄物処分への適用も考えられる汎用性が高いものであると考えられる。（Ｂ委員（再掲））

○「原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発」の成果については、外部への発表が行われていないようであり、その汎用性を考えれば成果の積極的な公表を進めるべきと考える。（Ｂ委員）

○想定される様々な放射性廃棄物管理シナリオの中で、金属廃棄物利用技術を最も効果的に活用する方法を模索するなど、同技術の導入に向けた具体的な検討を進めることが今後必要になると思われる。（Ｃ委員）

○「地下空洞型処分施設機能確認試験」及び「原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発」の両研究課題ともに、アウトカム・アウトプット・研究計画のいずれも妥当であり、国民の納得感及び安心感の向上に直接つながる内容となっている。また、金属廃棄物利用技術の確立は、廃棄物処分費用の低減をもたらすことから、費用対効果も期待できる。（Ｃ委員（再掲））

○これからも確実な研究の遂行が望まれる。（Ｄ委員）

○研究成果を発表する場を設けてみてはどうか。それが国民への理解醸成の場になるように思える。（Ｄ委員）

○研究の抜けはないか。（Ｄ委員）

○アウトプットを論文数とすると発表論文数が少ない点が気になる。違う観点が必要ではないか。（Ｄ委員（再掲））

○「地下空洞型処分施設機能確認試験」では「施設挙動の定量化」として様々なケースを検討して、その結果を利用して、何をモニタリングするかが検討されているが、何か不測の事態が発生した場合にどうなるのかを検証するのは、理想的な計算結果を求めるだけではなく、不測の事態を想定した検証が必要であると思われる。（Ｅ委員）

〈上記提言に係る担当課の対処方針〉

○学会等への投稿などの成果の公表を促進するとともに、引き続き、放射性廃棄物の処分技術を体感できる場を確保し、国民の理解促進に貢献していく。また、他のプロジェクトと、緊密な連携を図ることができる体制を検討する。

○原位置試験においては、その結果について実用化に向けて試験等に掛る時間などの観点も考慮し、他事業との連携を図るなど効率的に取り組んでいく。

○原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発については、所期の目的を達成した。今後は、得られた成果も活用し、継続的にクリアランス金属の理解促進活動を進めていく。

Ⅳ. 放射性廃棄物共通技術調査

○我が国の特性を踏まえた影響評価・データ収集を行うことは、超長期的な放射性廃棄物処分を安全・確実とするため、また国民の安心感を醸成するためにも必要である。また、本研究開発では、微生物の影響評価指標の提示、重要核種の移行パラメータ取得、微量元素の分析技術の高度化により、安全評価における変動要因を明らかにしており、我が国の生物圏核種移行パラメータの整備・拡充に役立っている。これらのデータや知見は、国際機関のデータベースや報告書などに多数引用されており、品質が確保された価値ある多くの成果を生み出したと評価することができる。

○今後は、本研究開発の成果を核種移行への影響範囲評価や蓄積すべきデータの見極めが必要となるが、実施主体のニーズに沿った研究開発の枠組みを整備し、引き続きデータや知見を蓄積していくことが望まれる。

【各委員の提言】

○地層処分は、他分野の研究開発が必要であり、特に生物圏への放射線影響に関する知見は、社会も関心を持っている事象である。地道なデータの蓄積に期待したい。（Ａ委員）

○このパラメータの拡充などは今後も継続して実施されることが必要であり、全体計画の中でこれまでの成果を引き継ぐとされている NUMO（あるいは国（所管する文部科学省、安全規制を行う原子力規制庁））が、必要な研究開発の枠組みや費用を適切に準備することが重要と考えられる。こうした枠組みの設定とともに、それがどのように用意されるかによらず成果が信頼されるものとなるには、これまでに量研機構が構築してきたパラメータ取得のプロセスが幅広いステークホルダーに理解されることが不可欠である。このため、学術的論文や国際機関のデータベースへの登録といった技術的専門家社会で認められている手続について、幅広いステークホルダーを対象として分かりやすく説明するための取組を進めていくことが重要である。また、こうしたプロセスに係る、この分野に固有の知識やノウハウを研究開発成果とともに知識ベースとして整備していくことが、利用者である処分の実施主体へ提供する、あるいは規制機関が参照する情報の信頼性、人材育成や技術の継続性を確保するために重要であると考えられる。（Ｂ委員）

○処分の安全評価には、様々な移行シナリオに対応した多様なパラメータが必要とされるが、本事業での成果を加えることで、移行パラメータが十分に整備されたことを検証することが望まれる。（Ｃ委員）

○極めて重要な研究課題であることが理解できましたので、研究の抜けが無いかが心配です。（Ｄ委員）

○測定方法の確立やデータベースの確立は有意義なことではあるが、得られた数値などがどのような形で核種移行に影響を与えるのかなどの評価がなく、分かりにくく感じます。国民の安心感を形成する上で、数値としてどうなのかの評価を今後行ってほしいと思います。（Ｅ委員）

〈上記提言に係る担当課の対処方針〉

○我が国特有の環境を考慮した農作物や土壌等に対する生物圏核種移行パラメータの整備・拡充に関しては、各種パラメータの取得方法など基盤研究で実施するべき内容は達成されたと整理できる。今後は、実施主体が行う安全評価に反映させていく。

○地層処分事業の実施主体のニーズに沿った枠組みとして、研究実績が豊富な量子科学技術研究開発機構との共同研究などにより、地層処分事業の実施主体が継続的にデータや知見の蓄積を進めていく。

第４章　産業構造審議会評価ワーキンググループの所見及び同所見を踏まえた改善点等

Ⅰ．複数課題プログラム

評価ワーキンググループの所見【中間評価（第５０回評価ＷＧ）】

○アウトカム目標に近づける方策について、様々な手法等を用いて努力することを期待する。

○アウトカム目標に向けて一般向けの理解を得る努力を今後も続けること。

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間評価（第５０回評価ＷＧ）】

○今後も継続的に改善を重ねながら、きめの細やかな対話活動を続け、アウトカムに掲げる「放射性廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進」の達成に向けて尽力する。加えて、「総合資源エネルギー調査会　放射性廃棄物ワーキンググループ」での議論に基づき、幅広い層に向けた新たなコミュニケーションツールも活用した情報発信の強化や「より深く知りたい」層のニーズに応じたきめ細やかな情報提供の場の構築等の取組強化などを検討していく。

○今後も当該複数課題プログラムで得られた成果を活用しつつ全国での対話活動等を継続し、理解獲得に向けて尽力する。

評価ワーキンググループの所見【中間評価（第３６回評価ＷＧ）】

＜複数課題プログラムの内容及び事業アウトプットの妥当性＞
○このプログラムは極めて重要かつ必要であるため、着実に進めていくこと。

＜費用対効果の妥当性＞
○アウトプットとアウトカムの間には距離があるので、費用対効果の提示方法等を工夫すること。その際、目標に対しての達成度やリスク軽減への貢献度なども指標として検討すること。

＜複数課題プログラムの実施・マネジメント体制等の妥当性＞
○国民の理解を促進し、安全と安心を結びつけるため、技術開発だけでなく他の手法も含めて対応を検討すること。

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間評価（第３６回評価ＷＧ）】

○本プログラムは国が責任を持って進めることが重要であり、今後も資金を効果的に活用して研究開発を着実に進めていく。

○費用対効果の提示方法については、従来の論文数や特許数などのアウトプット指標に加え、研究開発における目標に対しての達成度を指標化するなど、アウトプットとアウトカムの距離感を縮める工夫を検討する。

○近い将来に予定している地層処分に関する地域の科学的な特性を示したマップの提示に伴う国民理解活動等の場を通じ、放射性廃棄物の処分に関する研究開発を国が実施することの意義や、これまで研究開発された技術と今後の課題などを国民に分かりやすく継続的に情報発信する。また、広報の効果をより高める観点から、セグメントごとに広報素材を使い分けるなど、よりきめ細かい広報を実施していく。

評価ワーキンググループの所見【中間評価（第９回評価ＷＧ）】

○施策全体として、放射性廃棄物の処分に関する合意形成プロセスを確立していく必要性がある。そのためには、社会的受容性を高める研究、教育、人材育成など幅広い課題があり、他の政府機関との連携を含めて、政府全体で適切な体制をとって検討できるよう進めていくべきである。

○震災を踏まえた大きな変更点として、地層処分に可逆性の視点が導入された点が挙げられる。これまで、超長期の放射性廃棄物処分の安全性評価のシミュレーションについてはその手法自体が課題であったが、今後は現実に実施可能な方法により安全性評価を行うことも技術的選択肢となる。このため、可逆性を担保する技術開発の設計見直しについて、安全保障上の管理体制の整備的な視点も含めて、最終処分計画の見直しを経て本施策の技術開発事業に適切に反映させていくことが必要である。

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間評価（第９回評価ＷＧ）】

○地層処分の社会的受容性を高めるために、現在実施している放射性廃棄物 WG などの議論も踏まえ、広報・広聴活動についても見直し等を行っているところであり、今後の科学的観点からの有望地選定などの状況を踏まえつつ、人材育成の観点も含め個別研究開発事業でこれをサポートできるような取組を行っていく。合わせて関係閣僚会議なども活用し、関係省庁が連携して放射性廃棄物処分の問題に取り組む。

○東北地方太平洋沖地震後の情勢変化への対応と同様、個別研究開発事業の内容は十分にフレキシブルであることから、放射性廃棄物 WG での議論、規制サイドの検討を踏まえつつ、今後、可逆性・回収可能性に関連する技術開発を適切な事業の中で実施していく。

II. 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発

評価ワーキンググループの所見【中間評価（第５０回評価ＷＧ）】

○アウトカム目標に向けて一般向けの理解を得る努力を今後も続けること。

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間評価（第５０回評価ＷＧ）】

○今後も当該プロジェクトで得られた成果を活用しつつ全国での対話活動等を継続し、理解獲得に向けて尽力する。

評価ワーキンググループの所見【中間評価（第３６回評価ＷＧ）】

＜研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性＞
○全体としては極めて重要で、国として遂行すべきプロジェクトであるので、技術的内容を着実に進展させてその目標を達成すること。

＜研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性＞
○目標の一つである安全性については、技術的に予測可能な将来についても、評価をしておくこと。
○信頼性、安心を含めた国民の理解は、必ずしも技術開発だけで得られるものではないことに留意しつつ、対応を丁寧に行うこと。

＜事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性＞
○国内のみならず、国際的な波及効果を考えつつ、成果の有効活用を検討すること。

＜費用対効果の妥当性＞
○アウトプットとアウトカムは距離があるため、費用対効果の尺度、評価方法を再検討すること。

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間評価（第３６回評価ＷＧ）】

○本プログラムは国が責任を持って進めることが重要であり、今後も資金を効果的に活用して研究開発を着実に進めていく。

○技術的に予測可能な将来についての安全性評価に係る研究開発を引き続き実施していくとともに、その不確実性の幅についても評価できるように研究開発を進めていく。

○近い将来に予定している地層処分に関する地域の科学的な特性を示したマップの提示に伴う国民理解活動等の場を通じ、放射性廃棄物の処分に関する研究開発を国が実施することの意義や、これまで研究開発された技術と今後の課題などを国民に分かりやすく継続的に情報発信する。また、広報の効果をより高める観点から、セグメントごとに広報素材を使い分けるなど、よりきめ細かい広報を実施していく。

○地層処分に係る研究開発は各国共通の課題であるので、他国の成果について最大限取り込むとともに、国際学会での情報発信などを通じ、成果の有効活用を図っていく。

○費用対効果の提示方法については、従来の論文数や特許数などのアウトプット指標に加え、研究開発における目標に対しての達成度を指標化するなど、アウトプットとアウトカムの距離感を縮める工夫を検討する。

評価ワーキンググループの所見【中間評価（第９回評価ＷＧ）】

○震災を踏まえた大きな変更点として、地層処分に可逆性の視点が導入された点が挙げられる。これまで、超長期の放射性廃棄物処分の安全性評価のシミュレーションについてはその手法自体が課題であったが、今後は現実に実施可能な方法により安全性評価を行うことも技術的選択肢となる。このため、可逆性を担保する技術開発の設計見直しについて、安全保障上の管理体制の整備的な視点も含めて、最終処分計画の見直しを経て本施策の技術開発事業に適切に反映させていくことが必要である。

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間評価（第９回評価ＷＧ）】

○東北地方太平洋沖地震後の情勢変化への対応と同様、個別研究開発事業の内容は十分にフレキシブルであることから、放射性廃棄物 WG での議論、今後の最終処分計画の見直しや安全保障上の管理体制の整備に関連する規制側の動向なども踏まえつつ、可逆性・回収可能性に関連する技術開発を適切な事業の中で実施していく。また、超長期の安全評価手法についても、これまで同様研究開発を進め、信頼性向上を図っていく。

III. 低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発

評価ワーキンググループの所見【中間評価（第５０回評価ＷＧ）】

（コメントなし）

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間評価（第５０回評価ＷＧ）】

―

評価ワーキンググループの所見【中間評価（第３６回評価WG）】 ＜研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性＞ ○極めて重要な調査事業であり、定められた事業期間内に着実に目標を達成すること。
所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間評価（第３６回評価WG）】 ○事業化に向けた研究成果を積み重ねることにより、目標が達成できるように研究開発を着実に進めていく。

評価ワーキンググループの所見【中間評価（第９回評価WG）】 ○管理型処分における持続的な管理の課題について、技術的な側面に加えて、制度、事業者による事業の継続体制なども含めて取組を進めることが必要である。
所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間評価（第９回評価WG）】 ○管理型処分における持続的な管理の課題については、制度面については規制庁の動向を考慮しつつ、研究開発事業として今度重要となる長期モニタリング技術に関連する研究開発を進めていく。開発した技術の実用化の見通しがおおむね得られた段階で事業者による事業の継続についても検討していく。

Ⅳ. 放射性廃棄物共通技術調査

評価ワーキンググループの所見【中間評価（第５０回評価WG）】 ○プロジェクト期間が終了しても、安全安心に向けて今後とも継続的に調査研究を進めてほしい。
所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間評価（第５０回評価WG）】 ○各種パラメータの取得技術など、基盤研究で実施するべき内容は達成された。そこで、今後はこれらの技術を地層処分事業の実施主体が活用し、安全性評価に向けて必要な生物圏のデータを拡充していく。

評価ワーキンググループの所見【中間評価（第３６回評価WG）】 ＜研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性＞ ○継続すべき事業である。これまでの成果を踏まえて研究開発を着実に進展させること。
所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間評価（第３６回評価WG）】 ○我が国の特性を踏まえた影響評価やデータ取得を積み重ね、国際的な機関等を通じて世界的に活用されるよう、これまでに得られた成果を踏まえて、研究開発を着実に進めていく。

評価ワーキンググループの所見【中間評価（第９回評価ＷＧ）】 ○関連機関等との連携をとりながら情報の提供を積極的に行い、本事業による成果をより一層活用していくべきである。
所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間評価（第９回評価ＷＧ）】 ○本事業の成果や今後の計画については、地層処分基盤研究開発調整会議にて作成している５ヵ年の全体計画や研究開発マップなどを、関連省庁（文科省、規制庁）や基盤研究開発機関以外の民間事業者にも情報提供の一環として送付している。また、これらの計画を含め、各年度の事業報告書は、廃対室ホームページ上で広く一般に公開している。これらを踏まえ、研究成果の具体的な活用方策などについて今後関係省庁と協議を行っていく。